

**Universidad “Hermanos Saíz Montes de Oca  
Centro de Estudios de Ciencias de la Educación Superior  
“CECES”**

**Un modelo de diseño de práctica de laboratorio de Física para  
alumnos de Geología**

**Tesis de opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas**

**Autor: Lic. Elio Jesús Crespo Madera**

**Tutores: Dr. Guillermo Bernaza Rodríguez  
Dra. Maricela Corona Hernández**

***Pinar del Río*  
2005**

## NDICE

Contenido	pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>I. LA FÍSICA EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO GEÓLOGO</b>	
Introducción.....	11
1.1.- Papel de la Física en la formación del ingeniero geólogo.....	11
1.2.- Constatación del problema desde la perspectiva de la carrera de Geología: Entrevista a profesores de la especialidad.....	13
1.2.1.- Resultados de la encuesta aplicada a alumnos de primer año de la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río.....	16
1.2.2.- Resultados de la revisión de Trabajos de Diploma de graduados en la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río....	17
1.3.- Resultados del análisis al proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de la Física en la carrera de Geología.....	19
1.4.- La práctica de laboratorio de Física orientada a la solución del problema formulado en esta investigación.....	24
1.5.- Resultados de la encuesta aplicada a los profesores de Física de la Universidad de Pinar del Río.....	26
1.6.- Resultados de la encuesta aplicada a los alumnos de 3 <sup>er</sup> Año de la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río y del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.....	28
1.7.- Antecedentes sobre transformaciones didácticas de las prácticas de laboratorio de Física en la enseñanza de las ciencias.....	32
1.8.- Referentes teóricos para la concepción de la práctica de laboratorio de Física orientada a los alumnos de la carrera de Geología.....	35
1.8.1.- Aprendizaje Basado en Problemas.....	36
1.8.2.- Aprendizaje Colaborativo.....	38
1.8.3.- Teoría de la Actividad.....	42
1.8.4.- El Proceso de Investigación Científica.....	46
1.9.- Conclusiones del Capítulo I.....	49
<b>II. MODELO COLAB: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.</b>	
Introducción.....	50
2.1.- ¿Qué es el modelo COLAB?.....	50

2.2.- La práctica de laboratorio de Física como proceso de enseñanza- aprendizaje en el modelo <i>COLAB</i> : Componentes del proceso y sus relaciones.....	51
2.3.- Regularidades de la práctica de laboratorio <i>COLAB</i> .....	56
2.4.- Principios para la materialización de la práctica de laboratorio <i>COLAB</i> .....	58
2.4.1.- Principio de la Contribución Profesional.....	58
2.4.2.- Principio de la Dinámica Profesional.....	63
2.4.3.- Principio de Concientización del proceso.....	66
2.5.- Caracterización del modelo <i>COLAB</i> .....	74
2.5.1.- Requerimientos de apoyo para la aplicación del modelo <i>COLAB</i> .....	76
2.6.- Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el modelo <i>COLAB</i> . ....	77
2.7.- Conclusiones del Capítulo II.....	80

### **III. LA METODOLOGÍA *COLAB* DE PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA.**

Introducción.....	81
3.1.- Metodología <i>COLAB</i> para el profesor de Física.....	81
3.2.- ¿Cómo proceder para la aplicación de la metodología <i>COLAB</i> ?.....	91
3.3.- Ejemplo de aplicación de la metodología <i>COLAB</i> de práctica de laboratorio de Física I.....	99
3.4.- Experiencias en la introducción de la metodología <i>COLAB</i> .....	112
3.5.- Conclusiones del Capítulo III.....	117

CONCLUSIONES.....	118
-------------------	-----

RECOMENDACIONES.....	119
----------------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
---------------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA.....	128
-------------------	-----

#### **ANEXOS**

No.1: Períodos de perfeccionamiento de la enseñanza de la Física en la Educación Superior cubana.

No.2: Instrumento aplicado a profesores de Geología y resultados.

- No.3: Muestras empleadas: Claustro de Geología, Claustro de Física y Alumnos de Geología de la Universidad de Pinar del Río.
- No.4: Encuesta aplicada a los alumnos de 1er año de la carrera de Geología.
- No.5: Resultados de la encuesta aplicada a los alumnos de 1er Año de la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río.
- No.6: Acciones del modo de actuación del profesional de Geología, a tributar desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.
- No.7: Relación de materiales docentes básicos y de consulta.
- No.8: Materiales docentes relacionados con los laboratorios de Física.
- No.9: Instrumento aplicado para el análisis de la documentación y la Observación de otras actividades docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.
- No.10: Metodología Tradicional de las prácticas de laboratorio de Física.
- No.11: Algunos de los paradigmas más significativos que han incidido sobre las prácticas de laboratorio.
- No.12: Clasificación de las prácticas de laboratorio docentes.
- No.13: Modo de actuación del profesional de Geología vs. Asignatura Física.
- No.14: Resultados del análisis forma de enseñanza del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, respecto a las acciones identificadas en el modo de actuación del profesional de Geología.
- No.15: Encuesta aplicada a los profesores del Departamento de Física de la Universidad de Pinar del Río.
- No.15.1: Resultados de la aplicación de la encuesta a los profesores de Física de la Universidad de Pinar del Río.
- No.16: Encuesta aplicada a los alumnos de 3er año de la carrera de Geología y otras carreras de la Universidad de Pinar del Río.
- No.17: Resumen de los resultados de la encuesta aplicada a los alumnos de la carrera de Geología y otras carreras de la Universidad de Pinar del Río.
- No.18: Resumen de los resultados de la encuesta aplicada a los alumnos de Geología del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- No.19: Diagrama de una investigación (González, E.; 1994).
- No.20: El proceso de investigación (Briones, G.; 1988).
- No.21: Otros diseños de procesos de investigación.
- No.22: Más diseños de procesos de investigación.

- No.23: Perspectiva general del proceso de la investigación (Arnal, et al; 1994).
- No.24: Ciclo de investigación (Mario Bunge; 1972).
- No.25: Objetos de estudio de la Disciplina Geofísica.
- No.26: Acciones físico-geológicas invariantes del *COLAB* y cumplimiento en cada fase del proceso de la investigación científica: las operaciones.
- No.27: Sistema de Orientación-Acción del modelo *COLAB* para el profesor.
- No.28: Resultados de la valoración de la ejecución de las acciones físico-geológicas invariantes y las operaciones implícitas, para cada etapa del proceso de investigación científica.
- No.29: Cuestionario para la verificación de las operaciones a ejecutar por lo alumnos en la práctica de laboratorio docente de Física *COLAB*.
- No.30: Algoritmo de la estructura metodológica Versión No.1.
- No.31: Algoritmo de la estructura metodológica Versión No.2.
- No.32: Algoritmo de la estructura metodológica Versión No.3.
- No.33: Algoritmo de la estructura metodológica *COLAB*.
- No.34: ¿Cómo proceder para la aplicación de la metodología *COLAB*?

## **SÍNTESIS**

El modelo *COLAB* de diseño de práctica de laboratorio de Física para los alumnos de Geología, responde a la necesidad de formar desde los primeros años de estudio el modo de actuación profesional, al constatar con la aplicación de métodos teóricos como el Histórico, el Dialéctico, el Sistémico y la Modelación, y de métodos empíricos como el Análisis de documentos, la Encuesta, la Entrevista y la Observación, que el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura no se orienta hacia este fin, ni proporciona una visión de la profesión.

Las acciones del modo de actuación del ingeniero geólogo expuestas en el Modelo del profesional, permitieron identificar las regularidades a manifestarse en la práctica de laboratorio y definir tres principios que norman desde la concepción de la estructura metodológica y la dinámica del proceso, hasta la orientación de la conducta de los individuos que intervienen en el mismo.

La práctica de laboratorio obtenida, además de la aproximación al modo de actuación profesional, proporciona cierto valor agregado al integrar contenidos de la profesión de años superiores, lo cual facilita la motivación y resalta lo significativo del aprendizaje de la Física, haciéndola superior en el orden formativo y desarrollador, respecto a la metodología tradicional.

## AGRADECIMIENTOS:

Agradecer según el diccionario enciclopédico Larousse, es mostrar gratitud correspondiendo a un beneficio obtenido, es un reconocimiento, una obligación para con quien o quienes han contribuido a tal beneficio.

Diría más bien, que agradecer es un estado emocional de satisfacción espiritual y autocomplacencia, imprescindible para proporcionar la continuidad de las relaciones humanas y de la propia vida, expresado de diversas formas, a través del cual, se descargan las tensiones en todas aquellas personas: padres, esposa, amigos, vecinos, compañeros de trabajo, tutores, alumnos, que contribuyeron a un beneficio o resultado de un trabajo, y sobre los más afectados por este período de intensa labor y sacrificio, nuestros hijos, de los cuales se llegaron a escuchar reclamaciones de atención.

A todos ellos, que han sido capaces de soportar estados emocionales desagradables, y lo han entendido, por la ausencia tanto física como mental enajenado en ocasiones de la realidad laboral y familiar, por la morosidad en la entrega de alguna información y otras situaciones, les agradezco por lo que he podido lograr en mi formación intelectual y científica.

Es un hecho que otros pasarán por esta situación, entonces tendré la oportunidad de imitar a todos aquellos que tanto hicieron por mi y estaré reflejado en esta misma página de cualquier trabajo de investigación científica.

Muchas Gracias por siempre a todos.

*“Hacer siempre un bien y no escatimar a quién, es salud, es vivir”*

## DEDICATORIA

Dedico esta obra a diferentes personas que acertadamente reconocieron los resultados obtenidos, a otros para que los apliquen como corresponde y a aquellos que como parte de mi existencia, supieron entender mi situación y asumir las conductas adecuadas como son:

A mi colega y amigo José Angel Notario de la Torre, que en vida alentaba la aplicación y culminación de esta obra, contribuyendo con sus fuertes y acertadas críticas.

A los profesores de Física, para que continúen demostrando que las prácticas de laboratorio son fuente inagotable de conocimientos, habilidades y valores para las nuevas generaciones.

A mis hijos Liliam y Leonardo y a mi esposa Charyto, que con sus conductas alentaban y apoyaban la posible realización de esta obra.

A mis padres que constantemente se preocuparon por mi estado emocional y de salud, así como por la culminación de esta obra.

A mis AMIGOS y AMIGAS y colegas del Departamento de Física de la Universidad de Pinar del Río.

A esta gran obra de la revolución que es la Educación, como una modesta contribución a la actual Batalla de Ideas y Planes de Estudio D.

## INTRODUCCION



La Física es una ciencia que está presente en los currículos de las diferentes carreras técnicas en las universidades, en el ciclo básico (primero y segundo años). En la carrera de Geología constituye una asignatura básica, concebida dentro de la Disciplina Geofísica y estructurada en tres asignaturas: Física I, II y III.

Como ciencia experimental, la presencia de las prácticas de laboratorio en los programas de estudio es importante por lo que aportan al proceso formativo de los alumnos, de aquí la atención especial que merecen. Esta forma de enseñanza se introduce en la educación a propuesta de John Locke, al entender la necesidad de realización de trabajos prácticos experimentales en la formación de los alumnos y a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de las ciencias en Estados Unidos e Inglaterra, extendiéndose con posterioridad a los sistemas educacionales del resto de los países. (Barberá, O. y Valdés, P.; 1996, Andrés Z., M<sup>a</sup>. M.; 2001).

El desarrollo histórico del perfeccionamiento de la enseñanza de la Física en la educación superior en Cuba (Álvarez, C. M.;1986), desde la Reforma Universitaria en enero 1962 hasta los dos últimos períodos (Plan de estudio C y C perfeccionado, para la carrera de Geología, ver Anexo No.1), muestra esa atribuible significación, al observar un incremento en las horas dedicadas a las actividades prácticas, como una consecuencia de la comprensión generalizada entre los docentes, de que son parte esencial en la enseñanza de las ciencias y no podrán ser excluidas de su aprendizaje. Sin embargo, las prácticas de laboratorio son las que menos transformaciones didácticas relevantes han experimentado en el país, manteniendo formatos metodológicos conocidos como tradicionales desde su incorporación al proceso, a pesar de que en la educación superior se hacen grandes esfuerzos metodológicos y de recursos para modificar la conducta de los docentes y lograr un aprendizaje significativo de la Física. En esta dirección se destacan algunos investigadores cubanos que han trabajado en la transformación didáctica de las prácticas de laboratorio tratadas como proceso de investigación, estos son entre otros: Valdés, P. y R. (1996), y Fundora, J. (2000), Calzadilla, O. y otros (2000), González, T., et al. (1999, 2001), Bernaza, G.(1992), Crespo, E.J. (1997, 2000, 2001).

En el ámbito internacional se reporta un continuo perfeccionamiento en el nivel secundario y muy discreto en la educación superior, igualmente dirigidos a la

formación de actitudes científicas, a través de la realización en el aula de pequeñas investigaciones dirigidas. Autores como Holfttein, A. y Luneta, V.N. (1982) y Carlson, E.H. (1986), afirman que constituyen un medio "único" para la enseñanza de las ciencias, aunque su inclusión en el proceso formativo continúa siendo un tema de debate, fundamentalmente, por las divergencias aún existentes en cuanto a los objetivos, funciones y la forma de implicar las prácticas de laboratorio en el proceso de formación, a pesar del consenso en cuanto a su utilidad como recurso informativo, motivador y formativo, originado por la convicción de que el estudio de los conceptos y sus relaciones, y los procedimientos científicos, no pueden ser separados de los eventos físicos subyacentes.(Chrobak, R. y Ganzarolli, I. M.; 2002).

La aplicación de los Planes de estudio C en la década del 90, introduce nuevas exigencias en el Modelo del profesional y como consecuencia, la necesidad de aplicación de nuevos paradigmas en la enseñanza-aprendizaje, retomando prácticamente otros con nuevas tendencias pedagógicas que "obligan" a la activación del proceso y el profesor debe llevar adelante un aprendizaje autodirigido y autogestor, sustituyendo la enseñanza basada fundamentalmente en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados, con lo que el alumno deja de ser un elemento pasivo dentro del proceso. El papel del docente como moderador neutral, capaz de motivar intrínsecamente la curiosidad y la creatividad de los que aprenden, constituye una exigencia aún mayor en los Planes de estudio D, razón por la cual, las diferentes formas de enseñanza requieren transformaciones didácticas en el nivel superior, tal y como se propone en el modelo de práctica de laboratorio fundamentado en esta investigación, para que los alumnos aprendan haciendo con la ejecución de acciones propias del modo de actuación profesional, a tenor de las exigencias del Modelo del profesional de Geología.

Desde el vigente Plan de estudio C perfeccionado y en los análisis que se realizan para la aplicación del Plan de estudio D, las exigencias en el Modelo del profesional del futuro ingeniero geólogo son cada vez mayores, dirigidas a dar solución al problema fundamental de la carrera de Geología: *la necesidad de la prospección, exploración y explotación de los recursos del medio geológico*, por esta razón, los esfuerzos de disciplinas y asignaturas del currículo deben dirigirse a lograr un egresado de la carrera de Geología con las características exigidas.

Estas exigencias en el proceso formativo de los alumnos, justifican la continuidad y actualidad de la investigación, al tratarse de una propuesta de modelo de diseño de práctica de laboratorio de Física, que los orienta y hace que actúen como futuros profesionales durante la solución de un problema. Esta investigación se inicia a raíz de una contradicción constatada por los profesores del colectivo de la carrera de Geología en la conducta de los alumnos, no acorde con el modo de actuación del ingeniero geólogo a que se aspira durante el proceso de formación desde los primeros años de estudio, asumiendo este como el sistema de acciones sucesivas encaminadas al logro de los objetivos propuestos en el Modelo del profesional, que caracterizan la actuación de este, independientemente de dónde desarrolle su actividad y los campos de acción con los cuales actúa (Álvarez, C. M.;1999)

La situación anterior motivó la formulación del siguiente problema a resolver con esta investigación:

*Los alumnos de la carrera de Geología no obtienen, generalmente, la visión y orientación necesarias de su modo de actuación profesional como futuros ingenieros geólogos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, durante el ciclo de formación básica, en correspondencia con las exigencias del Modelo del profesional contemporáneo.*

Aunque se reconoce la necesidad de formar, en los alumnos de la carrera de Geología, el modo de actuación profesional desde los inicios de sus estudios universitarios, los programas de estudio de las asignaturas Física I, II y III, y los procesos de enseñanza-aprendizaje involucrados no están orientados hacia esos objetivos, lo cual se constata en los instrumentos aplicados, como se resume en los siguientes resultados:

La Física facilita los conocimientos, habilidades, métodos propios de la ciencia y determinados valores para orientar a los alumnos de Geología hacia el modo de actuación del futuro ingeniero geólogo.

La práctica de laboratorio de Física resulta la forma de enseñanza idónea para ejecutar un mayor número de acciones del modo de actuación del profesional de Geología.

La práctica de laboratorio dentro del actual proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, no se encuentra concebida didácticamente para esos fines, al mantener, por lo general, una concepción empírica a un nivel de asimilación reproductivo, centrada en la comprobación experimental de leyes y principios físicos, desarrollada bajo la metodología tradicional de práctica de laboratorio existente.

El objeto de estudio de esta investigación lo constituye el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para la carrera de Geología.

El objetivo: Fundamentar un modelo de diseño de práctica de laboratorio para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de los alumnos de la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río, que facilite al profesor la aplicación de una metodología orientada a la realización de acciones concretas del modo de actuación del ingeniero geólogo, de acuerdo con las exigencias del Modelo del profesional y brinde una visión del perfil ocupacional.

El campo de acción corresponde al proceso de enseñanza-aprendizaje a desarrollar en las prácticas de laboratorio de Física para los alumnos de la carrera de Geología en la Universidad de Pinar del Río.

La idea científica que se defiende es:

El proceso de enseñanza-aprendizaje a desarrollar en la práctica de laboratorio de Física para los alumnos de la carrera de Geología, facilita una visión de su modo de actuación profesional, en tanto en las normas que se establezcan para su diseño metodológico, a partir de los referentes teóricos seleccionados, se identifiquen y definan para el proceso:

Las regularidades que caracterizan el proceso formativo de este profesional.

Las acciones físico-geológicas que caractericen al proceso, cuyas operaciones induzcan a la actuación del futuro ingeniero geólogo.

El Sistema de Orientación-Acción que permita al profesor dirigir y controlar el proceso, orientando la conducta de los alumnos hacia la ejecución de aquellas acciones identificadas en el modo de actuación profesional.

Para la materialización de esta investigación, se desarrollaron las siguientes tareas:

Análisis del Plan de estudio C perfeccionado de la carrera de Geología.

Valoración de la situación de los programas de estudio de Física y el diseño actual de la estructura metodológica de las prácticas de laboratorio de Física.

Identificación de los referentes teóricos que permitan fundamentar las transformaciones didácticas en el diseño de la práctica de laboratorio.

Fundamentación teórica del modelo *COLAB* de diseño de una práctica de laboratorio de Física a partir de las Regularidades y Principios que se manifiestan en el proceso que lo sustentan.

Elaboración de la metodología para la aplicación del diseño y dinámica de la práctica de laboratorio de Física para los alumnos de Geología de la Universidad de Pinar del Río.

Elaboración de diseños de prácticas de laboratorio de Física, a partir del modelo *COLAB* propuesto.

7.- Elaboración del informe final con las conclusiones y recomendaciones.

Se tienen en cuenta propuestas de investigadores nacionales como Bernaza, G. (1992) respecto a las características de la literatura docente para las prácticas de laboratorio en el nivel superior, así como las planteadas por los doctores Pablo y Rolando Valdés Castro (1996), en la orientación de las prácticas de laboratorio de Física como proceso de investigación.

En el ámbito internacional, se consideran los resultados de Gil, D. et al (1991), de Hodson, D. (1994,1999), Solaz, J. J (1990), González, E.(1994), Barberá, O. y Valdés, P. (1996) y otros, al trabajar las prácticas de laboratorio de Física como vía para el acercamiento de los alumnos a la actividad científica, a hacer ciencia y a practicarla.

De igual forma, constituyen una fuente esencial de esta investigación los resultados teóricos-prácticos obtenidos por investigadores como Vigotsky, L. (1989) representante genuino del Enfoque Histórico Cultural y seguidores como Leontiev, A.,N.(1981) con su Teoría de la Actividad, N.F. Talízina, Galperin, Ya.(1983) y otros, así como los fundamentos de referentes teóricos de métodos de aprendizajes: Aprendizaje Colaborativo y el Aprendizaje Cooperativo, de los autores Vega, G.I.(1999), Panitz, T.(1996), Vélez de la C., A.M. (2002), Johnson and Johnson (2000) y del Aprendizaje Basado en Problemas, expuestos por la Comisión de Modernización Pedagógica del Perú (2002), Duch, B., Groh, S. y Allen, D.(2004). También sobre la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como resultados de los autores Zea, C. M. (2002), de Ariza, A.(2000) y otros que se citan en el desarrollo de la tesis.

Para el cumplimiento de las tareas antes planteadas se utilizaron métodos empíricos y teóricos de investigación, tales como, dentro de los históricos, el Histórico-Comparativo, y dentro de los métodos lógicos, el Dialéctico, la Modelación y el Sistémico.

Esta investigación se ha realizado sobre la base o concepción filosófica Dialéctico-Materialista; razón que justifica la aplicación del Método Dialéctico como método teórico lógico, el cual suministra la metodología general de la investigación científica e integra a otros métodos lógicos utilizados.

El Método Dialéctico permitió determinar las relaciones de carácter contradictorio entre el diseño “tradicional” de realización de las prácticas de laboratorio de Física y el modo de actuación del alumno de Geología, y la posible conexión entre el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, a través de esta forma de enseñanza, y el proceso de formación del modo de actuación profesional, así como para poder explicar los cambios cualitativos que se producen en el perfeccionamiento de la estructura metodológica de la práctica de laboratorio propuesta y establecer en ella, como fuente de desarrollo y dinámica, “lo problemático y lo colaborativo”.

La aplicación del Método Histórico condujo a encontrar antecedentes sobre la utilización de las prácticas de laboratorio de Física para el desarrollo de actitudes científicas en los alumnos, no así en específico para alumnos de la carrera de Geología, y mucho menos, para lograr una aproximación declarada en las metodologías propuestas, a su modo de actuación profesional. Permitted además, profundizar en las tendencias metodológicas de realización de este tipo de clase en el devenir histórico, de acuerdo con el paradigma reinante en la época y facilitó criterios que contribuyeron al desarrollo de la investigación, algunos considerados y otros para reafirmar que el problema enunciado no ha sido resuelto de forma parcial ni total.

El Método Sistémico, proporcionó la orientación general del objeto (el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física) para encontrar los componentes esenciales de la nueva visión de un objeto en el tipo de clase seleccionada, a partir de la conexión y relación recíproca entre la estructura metodológica de la práctica de laboratorio como clase y la integración armónica de los diferentes referentes teóricos, que facilitó el aporte de tres principios para la concepción y dinámica de la práctica de laboratorio del modelo COLAB y su ubicación espacio-temporal dentro del sistema de prácticas que define su ejecución.

Aplicar la Modelación permitió la comprensión de cómo relacionar los modelos físicos en correspondencia con los fenómenos y procesos geológicos, y métodos de prospección geológica, presentes en el Plan de estudio de la carrera de Geología y diseñar el modelo de práctica de laboratorio de Física, que facilite la ejecución de acciones identificadas en el Modelo del profesional y junto a la metodología propuesta contribuya a la solución del problema.

Los métodos empíricos aplicados permitieron explicar los hechos y profundizar en las relaciones esenciales y cualidades fundamentales del objeto, no observables directamente y dentro de estos se encuentran: el Análisis de Documentos (documentos metodológicos normativos, publicaciones relacionadas con el tema, Trabajos de Diploma de la profesión, el Plan de estudio C perfeccionado de la carrera de Geología y libros de texto de Física y de la profesión); La Observación a clases de laboratorio; la Entrevista a docentes y a alumnos de 4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> años de Geología, Encuesta a alumnos de 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> años de Geología de la Universidad de Pinar del Río y del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, así como a profesores de Física, para la constatación del problema de la investigación.

El aporte teórico es la fundamentación teórica que sustenta el proceso de enseñanza-aprendizaje adscrito al modelo *COLAB* de práctica de laboratorio de Física para la carrera de Geología, no reportado en la literatura especializada consultada y en la que se incluyen:

El establecimiento de las Regularidades y Principios que permiten la concepción de la estructura metodológica de las prácticas de laboratorio.

Un Sistema de Orientación-Acción para el profesor como expresión externa de la conducta de los alumnos y las relaciones interpersonales manifestadas en el proceso.

Las Acciones físico-geológicas invariantes con todo el conjunto de operaciones que permiten su manifestación y cumplimiento en el proceso.

La definición de Práctica de laboratorio real y de Práctica de laboratorio virtual, de Problema y una Clasificación de las prácticas de laboratorio de Física, argumentada en la monografía que se adjunta a la tesis.

El aporte práctico de la investigación es:

La metodología para la dinámica de las prácticas de laboratorio de Física, orientada a lograr una aproximación de los alumnos al modo de actuación del ingeniero geólogo desde los primeros años de la carrera.

La monografía sobre las prácticas de laboratorio docente de Física (Versión 1.0 y 2.0), publicada en el anuario del 2001 de la Universidad de Pinar del Río y en Internet en monografía.com, respectivamente.

Programa del curso de superación de postgrado de 60 horas y una pasantía académica de 32 horas sobre las prácticas de laboratorio de Física.

El tema escogido responde a un problema actual y novedoso sobre todo si se tiene en cuenta, las limitadas investigaciones acerca de la contribución que realizan las ciencias básicas al modo de actuación de los ingenieros, en particular del geólogo y fundamentalmente, a través de las prácticas de laboratorio de Física.

Esta investigación se suma a la gran revolución de las investigaciones didácticas que se desarrollan en la Educación Superior del país y en el extranjero, hasta encontrar las reformas capaces de satisfacer sus exigencias y las del sistema social dado, en concordancia además, con las exigencias de los próximos Planes de estudio D.

Las ideas y resultados de esta investigación han sido expuestas en sesiones científicas del Departamento de Física, del Departamento de Geología y del Centro de Estudios de Ciencias de la Educación Superior (CECES) de la Universidad de Pinar del Río, y a otros especialistas en Didáctica del país y del extranjero, en eventos nacionales e internacionales, que se destacan a continuación:

I, II y III Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Facultad de Física. Universidad de la Habana. Cuba. (1997, 2000, 2003)

XIII Forum de Ciencia y Técnica (1999) Premio Destacado.

Jornada Científico Metodológica. Universidad de Pinar del Río. (2000). Premio Destacado.

Congreso Provincial Pedagogía'2001. Instituto Superior Pedagógico de Pinar del Río. (2000)

Simposio Internacional de gestión de los Procesos Universitarios. Universidad de Pinar del Río. Cuba. (2000)



Evento Territorial para la Convención Internacional de Educación Superior “Universidad 2002”. Pinar del Río. (2001)

I Jornada sobre la Enseñanza de la Física Experimental en la Educación Básica, Media, Diversificada y Universitaria. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela. (2001)

I Encuentro Internacional de Profesores de Física: PROFISIC´01. Universidad de Pinar del Río, Cuba. (2001)

III Taller Internacional de Didáctica sobre la Física Universitaria DIDACFISU´2002. Universidad de Matanzas. Cuba. (2002)

II Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias y VII Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC). La Habana, Cuba. (2002)

Taller sobre “Aprendizaje Basado en Problemas y las Metodologías Activas como Herramientas importantes en la Enseñanza de las Ciencias”. Pontificia Universidad católica del Perú. Lima (2003)

I Encuentro de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra para América Latina y el Caribe. Universidad de Pinar del Río, Cuba. (2003)

II Encuentro Internacional de Profesores de Física: PROFISIC´03. Universidad de Pinar del Río, Cuba. (2003)

Algunos de los resultados de esta investigación han sido publicados en las memorias de los eventos internacionales o en revistas electrónicas como se muestra a continuación:

Las prácticas de laboratorio de Física, una investigación científica. (1997). Memorias del I Taller Internacional de la Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de la Habana. Vol. I, pág. 84. ISBN: 84-7801-517-5. Editorial: Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba, España.

Las prácticas de laboratorio de Física en la Enseñanza Superior: Críticas y Reflexiones. (2000). Memorias del II Taller Internacional de la Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de la Habana. Vol. II, pág. 348. ISBN: 84-362-4805-8. Impreso STOCK CERO, S.A. España.

Clasificación de las prácticas de laboratorio de Física. Revista Electrónica "Pedagogía Universitaria". RNPS 1894, VOL. VI, No. 2 AÑO 2001. ISSN 1609-4808. DFP\_6\_2\_6.

Algunos criterios para la materialización de las prácticas de laboratorio de Física en la enseñanza superior. (2002) Memorias de DIDACFISU'2002. III Taller Internacional sobre la Didáctica de la Física Universitaria. Universidad de Matanzas. Cuba. ISBN: 959-16-0136-0. En formato digital. (CD)

Características de la Zona de Desarrollo Próximo del alumno universitario en la Física. Memorias del II Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias y VII Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física. La Habana, IPLAC. Febrero 2002.

Monografía sobre las Prácticas de laboratorio docentes de Física. (2001). Anuario Científico de la Universidad de Pinar del Río. ISBN: 959-16-0178-6

Orientaciones metodológicas para las prácticas de laboratorio de Física a desarrollar por alumnos de la carrera de Geología: Reflexiones y Propuestas. Revista Electrónica "Pedagogía Universitaria". RNPS 1894, VOL. VII No. 2 AÑO 2002. ISSN 1609-4808. DFP\_7\_2\_6.

## Introducción

La Física siempre ha estado incluida en el currículo de las carreras de ingeniería, al aportar conocimientos básicos y elementales, así como los métodos experimentales y de investigación en la formación de los alumnos de carreras técnicas. Sin embargo, a veces los profesores de Física olvidan que para lograr un aprendizaje

significativo, además de enseñar Física, hay que mostrar y demostrar su utilidad e integrar a los alumnos en la construcción de los conocimientos respecto a los diversos procesos y fenómenos que ocurren en la profesión en la cual se forman, con el desarrollo de acciones propias del modo de actuación de ese ingeniero, a través de su proceso de enseñanza-aprendizaje, resolviendo problemas cuya solución requiera de la realización de un proceso de investigación científica, con desempeño de un trabajo colaborativo. De ser así, entonces la Física ha desempeñado su papel en el proceso formativo.

### 1.1.- Papel de la Física en la formación del ingeniero geólogo.

La Geología es una de las Ciencias de la Tierra surgida del gran arsenal teórico de la Física, encargada de la historia de la Tierra y de la vida. Esta ciencia cubre todos los procesos físicos que ocurren en la superficie o en la corteza terrestre. Comenzó a conocerse gracias a los trabajos del reconocido y prestigioso científico escocés James Hutton (1726- 1797), que influenciado por las ideas del eminente físico y científico Isaac Newton (1642-1727), aportó datos geofísicos de interés al determinar, gracias al desvío de la plomada cerca de montañas elevadas, que la densidad de la Tierra debía ser de  $5 \text{ g/cm}^3$  y en el interior deberían haber materiales diferentes y más pesados.

De todas las ciencias, la Física es la fundamental, pues trata de todas las manifestaciones de la energía, de la naturaleza y las propiedades de la materia en sus aspectos más generales y a cualquier escala, desde las partículas subatómicas hasta los límites observables del universo en expansión (Holmes, Arthur y Doris L.; 1987), criterio coincidente con el objeto de estudio de la Física: *las formas más generales y simples del movimiento de la materia y sus transformaciones mutuas*.

Para el ingeniero geólogo, la Física proporciona las herramientas fundamentales, a través de sus teorías y leyes, así como los instrumentos de medición y los métodos de investigación imprescindibles para el desarrollo exitoso de su misión social: *la prospección, exploración y explotación de los recursos del medio geológico*.

Muchos descubrimientos y aportes de la Física sirven de fundamentos a los métodos de investigación aplicados en la Geología, como han sido: el descubrimiento del fenómeno de la radiactividad, los métodos para detectarla, medirla y aplicarla, las radio-ondas, su generación y detección, el uso de la técnica sonar, los viajes al

cosmos, los satélites artificiales y algunas de las teorías de la formación del universo y de los planetas, facilitando el estudio de las características físicas de la Tierra, objeto de infinitos estudios desde los tiempos de la antigüedad clásica (Erastótenes de Cirene, 276-194 a. C., Hiparco, siglo II a. C., entre otros), sin embargo, sólo a partir del ingenio de dos grandes físicos, Galileo Galilei (1542-1642) y de Issac Newton (1642-1727), puede hablarse de una auténtica y moderna investigación científica en el campo de la Geología.

Gracias a la aplicación de la Ley de Gravitación Universal se calculó la densidad de la Tierra, pues después de Newton se empezó a hablar de gravedad, de fuerza de gravedad y de aceleración de la gravedad, surgiendo en la Geología la Gravimetría dentro del campo de investigación de la Geofísica, para lo cual se idearon y construyeron los gravímetros, instrumentos para realizar mediciones de la aceleración de la gravedad provocadas por variaciones en la densidad de la Tierra.

Las Leyes de la Mecánica Clásica de Newton, facilitan una mejor comprensión de la actividad sísmica, producida por movimientos ondulatorios y vibratorios de las placas tectónicas de la Tierra, fenómenos mecánicos que estudia la Sismología y otras características físicas de la Tierra, como la densidad, la rigidez, la naturaleza y disposición de los materiales que la constituyen.

Numerosos son los ejemplos para demostrar la necesidad de los conocimientos de las leyes Físicas que rigen cada proceso geológico de la naturaleza, ya sean de origen Mecánico, Óptico, Electromagnético o Nuclear, razón por la cual, en la formación de estos profesionales no se puede prescindir de esta ciencia, al constituir una herramienta fundamental para el entendimiento, interpretación y explicación de todos los procesos físicos causantes del comportamiento de la estructura de la corteza terrestre y en la búsqueda y prospección de minerales sólidos, petróleo, gas y aguas, y a la Física corresponde la invención de equipos e instrumentos para este fin, por tanto, la Geología representa para la Física la posibilidad de demostrar el grado de extensibilidad y de generalización de sus leyes y principios, pues al mismo tiempo que la ayuda, se enriquece con sus logros y avanza al resolver nuevos problemas.

Los alumnos de Geología deben percibir durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, la utilidad de esta para su formación profesional, lo que se logra si el proceso se orienta a la ejecución de acciones propias del modo de actuación de ingeniero geólogo y se brinda una visión adecuada de esta profesión.

## 1.2.- Constatación del problema desde la perspectiva de la carrera de Geología: Entrevista a profesores de la especialidad.

En el colectivo de la carrera de Geología constituye preocupación y análisis consecuente, la formación del modo de actuación de los alumnos desde los primeros años y la realización de actividades científico-investigativas, fundamentales para el ingeniero geólogo en su desempeño profesional, a través de la cual se manifiestan, por lo general, la mayoría de las acciones que caracterizan el quehacer laboral de este tipo de ingeniero.

Ha resultado de estos análisis, la detección de insuficiencias en los alumnos de 5<sup>to</sup> año al desarrollar y defender los Trabajos de Diploma, identificando además, poca motivación y entusiasmo por participar, de forma voluntaria, en este tipo de actividades de corte investigativo en otros años de la carrera, lo cual se evidencia en la poca inscripción de trabajos estudiantiles en diversos eventos. Tal situación deviene en una contradicción respecto a los resultados esperados en el proceso formativo y las exigencias en el Modelo del profesional de Geología, donde se puntualiza un significativo componente laboral-investigativo con 1752 horas planificadas en el Plan de estudio, de las cuales ninguna corresponde a la Física ni a otras asignaturas básicas. Por este motivo, se ha invocado a la necesidad de aunar esfuerzos de todas las disciplinas y asignaturas del currículo para resolver esa contradicción, de modo que se desarrolle en los alumnos las habilidades requeridas en el Modelo del profesional de Geología y se expresen en el Trabajo de Diploma como muestra de la formación integral de los futuros egresados.

A partir de las reflexiones sobre los hechos, se aplica un instrumento (Anexo No.2) al 90,5% de los profesores de Geología (21 en total; Ver Anexo No.3, Tabla No.1), consistente en una entrevista, incluyendo a profesores adjuntos, con el objetivo de identificar cuáles son las causas que incidían en la actitud de los alumnos de Geología, y cuáles eran las insuficiencias en la formación profesional a que se referían los profesores de Geología, específicamente para el desarrollo de actividades de investigación científica y de aproximación al modo de actuación profesional.

A continuación se describen los resultados de la aplicación del instrumento, considerando al mayor por ciento como los más significativos:

El 85,7% ha asesorado o tutorado Trabajos de Diploma, presentándolos en Jornadas Científicas Estudiantiles y Forum de Ciencia y Técnica. En otros casos asesoran prácticas docentes laborales y algún proyecto de curso.

El 90,5% manifiestan no haber atendido trabajos científico estudiantiles en los primeros años, alegando la no-representatividad de la muestra de alumnos motivados por investigar.

El 100% expresa la no manifestación de los alumnos por investigar en los primeros años.

El 100% no cree que los alumnos sepan investigar y resultó un criterio generalizado el ingreso de los alumnos a la universidad sin conocimientos y habilidades para realizar trabajo de investigación científica.

Sólo el 47,6% manifiesta haber dedicado tiempo de sus actividades a explicar a los alumnos de los primeros años, qué es hacer ciencia y cómo proceder en una investigación. Por lo general lo hacen con aquellos que se interesan por esta actividad y en años superiores como exigencia de los programas de estudio.

El 76,2% atienden trabajos científicos estudiantiles por la conveniencia de determinado tema donde investigan y solamente el 23,8% lo hacen porque consideran importante vincular a los alumnos de primeros años con la actividad científico-investigativa.

El 90,5% se considera conocedor de la metodología para desarrollar un trabajo de investigación científica, lo cual está justificado por un claustro de 10 doctores y cinco master.

El 100 % reconoce las insuficiencias de los alumnos para desarrollar de forma independiente cualquier tipo de trabajo investigativo, destacando como las más significativas las siguientes:

Limitaciones para lograr una adecuada síntesis en una búsqueda bibliográfica, a pesar de orientárseles hacia dónde dirigir la atención y las acciones, lo que infiere dificultades en la deducción, interpretación y el razonamiento.

Criterios que se corresponden con los expuestos por Bernaza, G. (1992), cuya causa fundamental es el no tener un hábito de lectura y de trabajo con libros desde enseñanzas precedentes e incluso en la universidad.

Limitada independencia y creatividad, sobre todo en los dos primeros años de la carrera, con indecisiones para la consulta o preguntar dudas a otros.

Redactan informes y trabajos sin coherencia.

La expresión oral, sin la correcta dicción y fluidez en el lenguaje, empleando fundamentalmente la reproducción memorística.

Poco críticos y muy conformistas con los resultados obtenidos.

Se evidencia falta de orientación para el uso sistemático de diferentes fuentes de información, la presentación de trabajos con la calidad requerida, a ser expuestos y defendidos. No debe limitarse a los alumnos a utilizar únicamente el libro de texto básico y a entregar los trabajos escritos. Es tarea del profesor asegurar que los alumnos realicen y ejerciten operaciones lógicas del pensamiento.

El 100% manifiesta la necesidad de motivar a los alumnos desde los primeros años de estudios en la universidad por la investigación, el conocimiento de cómo investigar y la importancia de facilitar el conocimiento de una metodología para desarrollar trabajos científicos, como esencia del modo de actuación del ingeniero geólogo, despertando en ellos la vocación, no lograda antes de optar por la carrera de Geología.

El 100% considera a la Química y a la Física como las asignaturas básicas de mayor contribución en la formación de actitudes científico investigativas en los alumnos de Geología, pero la Física aporta, significativamente más al desarrollo del modo de actuación de este profesional. La totalidad de los métodos de prospección geofísicos eléctricos, electromagnéticos, nucleares y otros, tanto de diagnóstico como de explotación se fundamentan en leyes físicas.

Estos resultados corroboran las insuficiencias en los alumnos y en la actuación de los profesores, que afectan la visión y orientación profesional de la carrera, con el riesgo de deserción escolar desde los primeros años de estudio y la necesidad de incrementar y sistematizar actividades, preferentemente de forma interdisciplinar, donde se vinculen los componentes: académica, laboral e investigativa del proceso de formación.

1.2.1.- Resultados de la encuesta aplicada a alumnos de primer año de la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río.

Se aplica el instrumento durante cinco cursos (Anexo No.4), con el objetivo de identificar si son reales las insuficiencias con que se inician los alumnos en la carrera de Geología, respecto a la realización de tareas de carácter investigativo en su formación vocacional e ideas sobre la actuación de un ingeniero geólogo.

Los resultados se muestran en el Anexo No.5 y el análisis se efectúa manteniendo el criterio de más significativo, el mayor y el menor por ciento de respuestas, para una muestra total  $N = 103$  alumnos:

El 27,9% ha tenido vínculos con Círculos de Interés o Grupos de Investigación Científica, razón para que el 70,9% manifieste no tener información de cómo realizar un trabajo de investigación científica y el 82,5% desconoce la existencia de una metodología para la realización de este tipo de actividad.

En contraste con los datos anteriores, el 91,3% expresa su motivación o agrado por investigar y el 85,4% está interesado en integrarse a grupos de investigación científica durante los estudios universitarios.

El 73,8% manifiesta conocer qué es investigar, en contradicción con el 61,2% que señala la no exigencia en niveles de enseñanzas precedentes en cuanto a la ejecución de actividades de investigación científicas. Los criterios más significativos de los alumnos sobre qué entienden por investigar son:

Buscar información, indagar y saber todo acerca de algo.

Buscar información y hacer un experimento para comprobarlo.

Buscar datos para dar respuesta a interrogantes o enigmas.

Se estudia algo más profundo para dar nuevas conclusiones.

El 95,1% ha realizado alguna investigación bibliográfica en los llamados trabajos prácticos, como una recopilación y organización de información obtenida de diversas fuentes impresas o en formato digital.

El 32,0% expresa haber defendido trabajos prácticos y el 25,2% ha discutido informes técnicos de prácticas de laboratorio, agregando que este tipo de actividad casi no se hacía, por alegar los profesores falta de recursos.

El 68,9% aceptó la carrera de Geología sin una previa orientación vocacional, ni tener ideas claras de las funciones de un ingeniero geólogo.

Los resultados ponen en evidencia la insuficiente orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje desde los primeros años, dirigido a la formación de acciones



del modo de actuación del ingeniero geólogo, que incentive simultáneamente la vocación por la profesión y contribuya a disminuir las decepciones y deserciones durante los estudios universitarios. Primeros dos años de estudio que corresponden al ciclo básico, donde precisamente deben recibir la Física, vinculada con la Geología.

#### 1.2.2.- Resultados de la revisión de Trabajos de Diploma de graduados en la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río.

Como otra vía de constatación de las insuficiencias señaladas en los alumnos de Geología, identificadas por los especialistas de esta carrera, se revisan y analizan algunos de los Trabajos de Diploma ya defendidos y evaluados durante los cursos escolares correspondientes al período de esta investigación: curso 1997-98 (11), 1998-99 (17), 1999-2000 (4), 2000-2001 (10 ) y 2001-2002 (15), para un 71,2% (57 de 80), empleando para el análisis el instrumento propuesto por Tabares, R. M.(1996).

A continuación se muestran los resultados más significativos:

No se observa homogeneidad respecto al empleo adecuado de elementos fundamentales en la estructura de un proceso de investigación científica.

No se formula de forma explícita ni el problema, ni la hipótesis.

El trabajo se inicia a partir de un tema o tarea propuesto por el profesor/tutor encargado de dirigir y orientar el proceso de investigación de los alumnos, de donde surge el o los objetivos de la actividad y el sistema de tareas para materializar la “investigación”. En ocasiones, las tareas se confunden con los objetivos específicos del trabajo.

Se logra una adecuada fundamentación de los contenidos de la profesión relacionado con el cuerpo teórico del Trabajo de Diploma, con una significativa revisión bibliográfica y el empleo de métodos auxiliares clásicos de esta especialidad como mapas, fotos y tratamiento estadístico, que reporta un satisfactorio esfuerzo y abnegación de los alumnos en la etapa final.

Las conclusiones y recomendaciones se ajustan, en su generalidad, al cumplimiento de los objetivos o tareas trazadas y no a la comprobación de hipótesis alguna.

En resumen, no se ha estado induciendo, ni orientando a los alumnos de Geología a la realización de una adecuada actividad de investigación científica para la etapa final de su formación profesional, lo cual corrobora la existencia de las insuficiencias constatadas en los trabajos de los alumnos y la necesidad de orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física hacia este objetivo, en correspondencia con las exigencias del Modelo del profesional de Geología.

Corresponde analizar hasta dónde las asignaturas de Física y su proceso de enseñanza-aprendizaje, han estado contribuyendo a la manifestación de estas insuficiencias, así como la limitación de esta ciencia a la formación del modo de actuación profesional desde los primeros años de estudio de esta carrera.

### *1.3.- Resultados del análisis al proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de la Física en la carrera de Geología.*

En el Plan de estudio de la carrera de Geología vigente (C perfeccionado), la Física constituye una asignatura básica dentro de la Disciplina Geofísica, a impartir en tres asignaturas: Física I: Mecánica, Física Molecular y Termodinámica, la Física II: Electromagnetismo y Ondas Electromagnéticas y Mecánicas y la Física III: Óptica Geométrica, Ondulatoria y Cuántica, y la Física Atómica y Nuclear, en los tres últimos semestres de los dos primeros años.

La revisión del proceso de enseñanza-aprendizaje de las tres asignaturas de Física, se realiza a partir de constatar la presencia y/u orientación de las acciones del modo de actuación del ingeniero geólogo, a las cuales se puede tributar desde la enseñanza de la Física expresadas en el Anexo No.6. Se analizaron los programas de estudio, la literatura docente básica y de consulta (Anexo No.7) y la documentación referente a las prácticas de laboratorio (Anexo No.8), existentes en la biblioteca de la Universidad, tanto de fuentes nacionales como internacionales. Se aplica un instrumento (Anexo No.9), para la observación y valoración de seminarios y prácticas de laboratorio, arrojando los siguientes resultados:

En las asignaturas de Física I, II y III la preparación de las clases no tiene un enfoque interdisciplinar y profesional serio y sistemático, y muy pocas actividades brindan la posibilidad de demostrarle al alumno lo útil y significativo de los

contenidos de Física que recibe. Los métodos empleados en las actividades prácticas, por lo general, son del tipo reproductivo y de aplicación.

Los seminarios se dirigen más bien a la generalización o integración de los contenidos propios de un tema o temas de Física.

Del análisis a la literatura docente (libros, folletos y manuales), para desarrollar el laboratorio de Física, se obtuvo que:

3.1.- La literatura para las prácticas de laboratorio se presenta de diversas denominaciones: Manual, Folleto, Guía o Guión, de prácticas de laboratorio o metodológica(o) para las prácticas de laboratorio, de acuerdo con el lugar (país) donde se elaboren y muestran un formato muy similar, brindando al alumno todo cuanto pueda necesitar para el desarrollo de la actividad, de acuerdo con el criterio del profesor o colectivo de profesores.

Sobre la literatura docente para las prácticas de laboratorio, Bernaza, G. (1992), hace una acertada valoración sobre las diferentes etapas de tránsito para su confección, sugiriendo diferentes transformaciones didácticas en la estructura organizativa de la actividad y, por tanto, para el aprendizaje de los alumnos en correspondencia con propuestas a nivel internacional. (Perales, F.J.;1994, Hodson, D.; 1999, Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M.; 1999, Joan, F. y Sánchez, J. ; 1985, Praia, J. y Marqués, L.; 1997, entre otros).

3.2- Los profesores emplean la misma guía elaborada para el alumno como preparación de la clase.

3.3.- Las orientaciones dadas a los alumnos norman la estructura metodológica y la materialización de este tipo de clase, y como destaca Perales, F. J. (1994): "...hasta aparecen en los manuales incluso, las conductas que serían deseables en los alumnos a lo largo del desarrollo de estas prácticas".

No existen normas para la concepción metodológica de las prácticas de laboratorio de Física, en este sentido, Perales, F. J. (1994) ha expresado: "...no existen unos apartados consensuados en el desarrollo de las prácticas de laboratorio". En la estructura metodológica de las prácticas de laboratorio de Física que realizan los alumnos de Geología, están presentes algunos elementos comunes reportados en

diversas guías consultadas, reconocida como “Metodología Tradicional” (Anexo No.10), que se describen y valoran a continuación:

Título: Nombre de la práctica; coincidente en ocasiones con el objetivo y el método para su realización: Determinación de la aceleración de la gravedad por el Método del Péndulo Simple, Determinación de la viscosidad de un líquido por el Método de Stokes, Comprobación experimental de las leyes de Ohm y Pouillet en un circuito de C.C.

Objetivo(s): Incluyen reflexiones sobre lo que se pretende conseguir y cómo obtenerlo, en ocasiones expresados en función de conocimientos y no de habilidades: Comprobación experimental de las leyes de Ohm y Pouillet en un circuito de corriente continua.

Fundamentación Teórica: Toda la información teórica exclusiva y suficiente del contenido de la práctica, con las ecuaciones de trabajo, esquemas e imágenes. El alumno no necesita consultar otras fuentes de información, solo estudiar, memorizar el texto y reproducir las orientaciones.

Materiales e Instrumentos: Todos los recursos materiales para cumplimentar la experimentación (equipos, accesorios e instrumentos), incluyendo diseños gráficos del montaje experimental, circuitos eléctricos e ilustraciones explicativas.

Instrucciones (Técnica Operatoria): Constituyen las normas del comportamiento en el laboratorio, durante la experimentación: las manipulaciones, tipos y cantidad de mediciones, procedimientos, es decir, cada acción y operación. Se incluyen las medidas de seguridad y de protección.

Conclusiones: Se establecen los aspectos esenciales y el orden de la información a presentar por escrito, es decir, el cómo procesar y expresar los resultados experimentales en un orden predeterminado, la tabulación de los datos (se propone el formato de las tablas) y la realización de los gráficos, incluyendo el método para la aplicación e interpretación de la Teoría de Errores.

Preguntas de Control: Conjunto de cuestiones previamente concebidas por el profesor, cuyas respuestas presupone la adecuada autopreparación de los alumnos, extraídas del documento puesto en sus manos. El profesor queda satisfecho al escuchar o leer la respuesta “correcta” expresada, absolutamente reproducida textualmente de memoria.

Las prácticas de laboratorio desarrolladas con este formato, provocan un aprendizaje a corto plazo, netamente memorístico, reproductivo y automatizado sin grandes esfuerzos intelectuales, que responde al paradigma de Transmisión-Recepción (Anexo No.11). Autores como Gómez y Penna (1988), Joan (1985), Robinson (1979), Steward (1988) y Tobin (1990), han calificado las prácticas realizadas bajo este formato tradicional como absolutamente rutinarias, donde está “prohibido investigar”, donde “no hay sorpresas” y que desdibujan las expectativas depositadas en ellas respecto a su carácter formador de los métodos de la ciencia. No se garantiza un desarrollo eficaz de las capacidades intelectuales de los alumnos, precisamente, porque se basa en las regularidades del pensamiento reproductivo y no en la actividad cognoscitiva creadora del ser humano.

En ellas se modelan habitualmente los métodos empíricos de solución de los problemas, indicando en estos sólo la parte ejecutora de las acciones, lo cual conduce a que los alumnos, como plantea Buckmaster, H. A. (1986): “... en ocasiones hacen la práctica de laboratorio sin saber para qué puede servir, qué le reporta o al menos tener una idea del porqué la hacen...”, se realiza en el laboratorio un trabajo puramente automatizado, programado por el profesor.

Las prácticas de laboratorio, por lo general, centran más la atención y la exigencia en las habilidades de medición, manipulación y destrezas con los instrumentos de medida y en la aplicación de la Teoría de Errores.

Los conocimientos desarrollados en las guías son extremadamente descriptivos, ilustrativos y prácticamente no dan oportunidad a los alumnos de pensar, razonar u opinar y mucho menos de investigar, por estar orientados hacia la obtención de resultados previstos.

Las orientaciones no se dirigen al desarrollo de actitudes científico-investigativas, ni a formar el modo de actuación profesional. Son consideradas prácticas de laboratorio “cerradas” o “semicerradas”, de acuerdo a su carácter metodológico (Perales, F. J. ;1994, Crespo, E. J. y Álvarez, T.; 2001) (Ver clasificación Anexo No.12).

Resultados de la Observación a la metodología empleada por los profesores al impartir las clases de laboratorio de Física y en la evaluación final de la actividad:

7.1.-Se observaron 12 clases de laboratorio, desarrolladas de forma frontal (ver clasificación Anexo No.12), manteniendo la siguiente estructura metodológica con tres momentos esenciales, que son:

Introducción, donde se hace la evaluación de la autopreparación a partir de las preguntas de control dadas en la guía y se aclaran las respuestas. Se resalta el contenido esencial, la técnica operatoria a emplear en cada experimento y las medidas de higiene, seguridad y protección. Se orienta el desarrollo de los experimentos, por parejas o tríos, mientras el profesor corrige errores en la manipulación de los instrumentos, en las mediciones orientadas y aclara las dudas. Se destacan las orientaciones para la elaboración del informe descritas en la guía.

Desarrollo, referido a la parte ejecutora de las acciones previstas en el experimento para la obtención de la base de datos, que procesan como trabajo extraclase y preparan su informe técnico, previas orientaciones que encuentra en la guía.

Conclusiones, constituye la evaluación final de la actividad, a través de la presentación en un informe técnico de los resultados, pero en otro horario.

7.2.- Se observaron 19 sesiones de Conclusiones en diferentes momentos de los cursos. El acto de entrega y evaluación de los informes de laboratorios consistía, por lo general, en una conversación heurística que dirige el profesor. Los alumnos defendían los resultados experimentales obtenidos con la explicación física de lo acontecido en la actividad. En esta etapa se observan acciones de un proceso de investigación científica: elaborar un informe, procesar bases de datos, comunicar y defender criterios, lo que en ocasiones (los menos casos), no sucedía así, solo se entregaba el informe, el que era revisado posteriormente por el profesor para la emisión de una nota, sin embargo, la tendencia actual, es la defensa de los mismos.

8.- La bibliografía y materiales didácticos básicos y de consulta de Física, además de no estar totalmente actualizados, no contribuyen a instituir concepciones sólidas sobre el trabajo científico-investigativo. A partir del año 1986 para las carreras técnicas, se editan en Cuba algunos libros de texto que muestran la interacción del alumno con los contenidos, a través de preguntas problemáticas.

Se concluye que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para los alumnos de la carrera de Geología, limita la formación integral de estos, por el simple hecho de pensar exclusivamente en la enseñanza-aprendizaje de la Física como ciencia

abstracta, descuidando destacar lo significativo de esta ciencia en la formación profesional, lo cual evidencia la no aplicación del principio Interdisciplinar-profesional (Perera, L .F.; 2000).

Aunque se reconoce la necesidad de formar actitudes científicas en los alumnos de la carrera de Geología y aproximarlos al modo de actuación del ingeniero geólogo desde los primeros años de estudio, en la preparación de las asignaturas Física I, II y III y en su materialización en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no se percibe la orientación de los contenidos, ni de los alumnos en esta dirección, por lo que se requiere la reorientación de este proceso y de sus diferentes formas organizativas, respecto a los objetivos de la Física.

1.4.- La práctica de laboratorio de Física orientada a la solución del problema formulado en esta investigación.

Se utiliza el término “Práctica de Laboratorio”, a diferencia de otros sinónimos reportados en la bibliografía dedicada a este tipo de clase como son: “Trabajo de Laboratorio” usado en América del Norte, U.S., “Trabajo Práctico”, más usado en Europa, Australia y Asia y el de “Experiencias Prácticas” (Lazarowitz y Tamir; 1993 y Hodson ;1993,1994, 1999).

El análisis comparativo (Anexo No.13) entre las formas de enseñanza concebidas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (conferencia, clase práctica, seminario, práctica de laboratorio, excursiones y el trabajo extraclase) y las acciones del modo de actuación del ingeniero geólogo identificadas para este proceso, permitió determinar que la práctica de laboratorio resultó ser la forma de enseñanza idónea para orientar y ejecutar el 84,5% de estas acciones (Ver Anexo No.14)

La práctica de laboratorio se instaura en el proceso formativo para poner a los alumnos en contacto directo con las herramientas y criterios del trabajo experimental, favoreciendo su incorporación temprana a “un modo de tratar las cuestiones”, similar, en importantes aspectos, al de futuras actividades profesionales, lo que promueve un mejor manejo de metodologías y procedimientos científico-tecnológicos, y estimula el interés y la motivación para el desarrollo de carreras de ingeniería (Salinas, J. et al; 2000), aspecto este que se resuelve introduciendo en la actividad cierto valor agregado en la formación del ingeniero

geólogo, a través del cumplimiento de los objetivos específicos como clase de Física, pero vinculados con contenidos de la Geología.

Los fundamentos lógicos para la realización de las prácticas de laboratorio fueron propuestos por Lynch (Hodson, D.; 1994), a partir de cinco categorías generales que describen las potencialidades formativas de este tipo de clase, sin embargo, se consideró necesario agregar una sexta como se muestra a continuación:

- 1) Para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión.
- 2) Para enseñar las técnicas del laboratorio.
- 3) Para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos.
- 4) Para proporcionar una idea sobre el Método de Investigación Científica y desarrollar la habilidad de su utilización.

Para desarrollar determinadas “actitudes científicas”, tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados.

*Para aproximar a los alumnos al modo de actuación profesional, a través de la ejecución de acciones establecidas en el Modelo del profesional que corresponda.*

Este tipo de clase asegura una mayor generalidad en la formación de habilidades y, por tanto, la integralidad de la personalidad como aspiración máxima del egresado universitario, razón para revisar la estructura metodológica actual, de acuerdo con las exigencias de la educación superior, lo cual se refleja en los criterios expuestos por Torres, M. (1994) que evidencian la necesidad de reforma de este tipo de clase en la formación del ingeniero:

... “la enseñanza profesional actual es más compleja porque tiene como nunca antes la inmensa responsabilidad de capacitar al ingeniero para la continuidad y el cambio, dos elementos aparentemente contradictorios, pero que son los facilitadores de una actividad profesional consecuente y exitosa. Se requiere de personalidades con espíritu adaptativo y no adoptativo de tecnologías, es decir, personalidades capaces de reaccionar ante el cambio con conocimientos y habilidades sólidas en su esfera, que permitan incorporar nuevos conocimientos y habilidades adecuados a los niveles de desarrollo....”,...“más que suministrar información, el formador de ingenieros tiene que enseñar a procesar e interpretar la información; más que demostrar, hay que enseñar a hacer.”



*En este sentido, resultaba imprescindible conocer los criterios de los profesores de Física de la Universidad de Pinar del Río, centro donde se realiza la investigación, sobre la forma de impartir las prácticas de laboratorio y los resultados para constatar la necesidad o no de transformación didáctica de este tipo de clase con los fines expresados.*

1.5.- Resultados de la encuesta aplicada a los profesores de Física de la Universidad de Pinar del Río.

Se aplica el instrumento (Anexo No.15) al 100% de los profesores del Departamento de Física (Tabla No.2, Anexo No.3) para valorar la situación metodológica y de aprendizaje en las prácticas de laboratorio, cuyos resultados se muestran en el Anexo No.15.1 y se describen a continuación:

Solamente un profesor tiene menos de 10 años de experiencia en la docencia.

El 100% de los profesores imparten prácticas de laboratorio.

3. El 100% de los profesores consideran importantes las prácticas de laboratorio docentes para la formación de los ingenieros.

4. Consideraron que los objetivos más importantes de las prácticas de laboratorio docentes de Física son:

a.- Para motivar, mediante la estimulación del interés por la Física (80%).

b.- Para desarrollar técnicas del laboratorio (60%).

c.- Para la ejecución de acciones lógicas del pensamiento (40%).

d.- Para constatar los conocimientos teóricos de la asignatura (40%).

e.- Para la práctica de la ciencia (10%). Un profesor lo consideró como más importante.

f.- Para desarrollar determinadas actitudes científicas (10%). Un profesor lo consideró como más importante.

g.- Para introducir métodos específicos de procesamiento y tratamiento estadístico de los datos experimentales (20%).

h.- Para desarrollar habilidades propias del modo de actuación del profesional en formación. (40%)

5. El 60% considera que los objetivos de los actuales laboratorios sólo se cumplen a medias.

6. El 60% es del criterio que “A veces” en las prácticas de laboratorio se manifiesta el carácter independiente de los alumnos.

7.- El 40% considera que las prácticas de laboratorio están diseñadas para aproximar a los alumnos al modo de actuación del profesional que forman.

8. El 70% de los profesores, al cuestionarle qué reformas sugieren para las prácticas de laboratorio, expresaron los siguientes criterios:

- a) Mayor nivel científico del tratamiento de los datos experimentales.
- b) Mayor nivel de independencia en el aprendizaje.
- c) Mayor nivel de desarrollo de habilidades tanto manipulativas como para el procesamiento de los resultados experimentales.
- d) Mejorar y modificar las prácticas de modo que garanticen una mayor exigencia e independencia y creatividad.
- e) Rediseñar las prácticas de laboratorio y adquirir nuevos equipos.
- f) Continuar perfeccionando las prácticas de laboratorio para hacerlas más útiles a los alumnos.
- g) Mejorar la preparación previa de los alumnos, a través de una mejor orientación (guía).

Los profesores de Física están convencidos de la necesidad de la transformación didáctica de esta forma de enseñanza, pero ningún criterio manifiesta emplearlas para lograr una aproximación de los alumnos al modo de actuación profesional, solo las dirigen al cumplimiento de objetivos desde el punto de vista físico, lo cual reafirma que la metodología empleada, por lo general, se aproxima a la tradicional y no orienta a los alumnos hacia esta exigencia del Modelo del profesional.

A partir de estos criterios, se hizo imprescindible conocer los criterios de los alumnos, ejecutores principales de las prácticas de laboratorio de Física.

#### *1.6.- Resultados de la encuesta aplicada a los alumnos de 3<sup>er</sup> Año de la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río (UPR) y del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM).*

El instrumento (Anexo No.16) se elabora a partir de una selección de etapas y acciones fundamentales y comunes que caracterizan a un proceso de investigación científica, extraídas de modelos de estos procesos expuestos en los Anexos No.19 al No 24, cuyas definiciones pueden extenderse a la práctica de laboratorio tratada como proceso de investigación científica. En este proceso se garantiza la presencia de un elevado por ciento de las acciones del modo de actuación profesional identificadas para ejecutar en las prácticas de laboratorio.

Se aplica a alumnos de 3<sup>er</sup> año en los dos centros del país donde se estudia la Geología, por cuanto han concluido el ciclo de prácticas de laboratorio correspondientes a las asignaturas de Física, para encontrar antecedentes sobre la orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física hacia la formación del modo de actuación del ingeniero geólogo y a actividades científico-investigativas. Se decide además, aplicar el instrumento a alumnos de 3<sup>er</sup> año de otras carreras de ingeniería de la Universidad de Pinar del Río: Agronomía (21), Forestal (13), Telecomunicaciones (21) y Mecánica (17), para obtener un mayor criterio sobre esta clase, recién concluido el ciclo de laboratorios recibidos, por cuanto realizan la misma práctica de laboratorio y reciben las mismas orientaciones sin distinción. Se incorporan al instrumento aspectos que faciliten una visión general de esta actividad para su posterior modificación.

Los resultados obtenidos en ambas universidades se muestran en los Anexos No.17 (UPR) y No.18 (ISMM), incluyendo en este, criterios de alumnos de 2<sup>do</sup> Año

que estaban por concluir el curso de Física I, debido a transformaciones didácticas de interés, observadas en las clases de laboratorio para comparar criterios de los alumnos.

La valoración de los resultados se realiza a partir de las respuestas a las preguntas: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 (Anexo No.16), referidas de alguna forma a las diferentes acciones del modo de actuación y etapas de un proceso de investigación científica consideradas en el epígrafe 1.8.4, las que se agrupan atendiendo al criterio que permita valorar la presencia de estas en el proceso desarrollado por los alumnos en las prácticas de laboratorio de Física. Estas combinaciones se describen a continuación:

Identificar y formular el problema: Presente en las respuestas de las preguntas 18 y 20. El 87,5% de los alumnos de la UPR y el 60,0% del ISMM, manifiestan conocer con anticipación el problema que van a resolver. Esto significa que no tienen necesidad de realizar procesos mentales en la identificación del problema.

Los alumnos de ambos centros expresan el planteamiento de situaciones problemáticas por parte del profesor (45,9% en UPR y el 40,0% en ISMM). Tal situación refleja los intentos por incorporar una activación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Criterio de identificación: Si los alumnos no conocen de antemano el problema a resolver y el profesor plantea situaciones problemáticas durante el desarrollo de la misma, que conlleven a conflictos cognitivos y de metacognición.

Indagar en fuentes y procesar la Información: Acciones presentes en el inciso (d) de la pregunta 15 y en la pregunta 17. Solo el 45,8% y el 50,0% de los alumnos de la UPR y del ISMM, respectivamente, plantean que los profesores no los limitan únicamente a los contenidos de las guías de laboratorios en su preparación preliminar, sino que orientan indagar en otras fuentes. Sólo el 29,2% de los alumnos de la UPR reconocen la importancia de profundizar en la búsqueda bibliográfica sobre la relevancia histórica, social y tecnológica del contenido de la práctica de laboratorio, no así el 60,0% de los alumnos de ISMM, los que consideran obtener una actividad más útil a su formación profesional.

Criterio de identificación: Si los alumnos necesitan consultar otras fuentes de información que no sea únicamente la guía previamente elaborada por los profesores para la actividad.

Concebir y enunciar conjeturas/hipótesis: Para apreciar esta acción se prestó atención a las respuestas de las preguntas 6 y 7. Solamente el 25,0% y 50,0% de los alumnos de la UPR y del ISMM, respectivamente, reconocen que las prácticas de laboratorio facilitan el desarrollo de la creatividad y la imaginación. Esto significa que no dan la posibilidad al alumno de pensar, suponer, conjeturar y proponer estrategias de diseño experimental para la solución del problema. Al respecto, el 45,8% de los alumnos de la UPR, expresan tener la posibilidad de concebir “hipótesis o conjeturar”, lo que se justifica por los cambios introducidos de forma discreta. Los alumnos del ISMM expresaron no tener la posibilidad de emitir “hipótesis” (0%).

Criterio de identificación: Se considera solo si existe la posibilidad de proponer diseños y métodos experimentales para el cumplimiento del objetivo y de conjeturar respecto a los resultados que obtienen.

Constatar la hipótesis: Presente en las respuestas de las preguntas 8, 11 y 19. El 58,3% y 40,0% de los alumnos de la UPR y en el ISMM respectivamente, reconocen que las prácticas de laboratorio no son una simple toma de datos experimentales, sin embargo, el 54,2% de los alumnos de la UPR y un 10,0% de los alumnos del ISMM, afirman obtener del profesor todo el montaje experimental colocado en el puesto de trabajo.

Los alumnos de ambos centros consideran (66,7% de la UPR y el 69,2% del ISMM) que las orientaciones para el desarrollo de la actividad se dan en forma de receta, paso a paso de lo que debe hacer para desarrollar el experimento.

Criterio de identificación: Si se da el algoritmo para la técnica operatoria experimental, propia de la metodología tradicional de práctica de laboratorio del tipo “cerrada”, en la cual, los alumnos se limitan a realizar aquellas acciones ya planificadas, para que los resultados sean como los previstos por el profesor, no puede haber equivocación.

Procesar e interpretar la base de datos experimental: Contenida en la pregunta 16. Solo el 20,8% y el 30,0% de los alumnos de la UPR y del ISMM, respectivamente, manifiestan ser orientados por el profesor a comparar los resultados obtenidos con los de sus compañeros, con los de su profesor o bases de datos existentes, como evidencia de la limitación en el desarrollo de tan importante acción de una investigación científica y, sobre todo, para la formación como geólogos y expresado en su modo de actuación profesional como la acción de contrastar los resultados científicos.

Criterio de identificación: Si el análisis de los resultados se realiza solo a partir de la base de datos experimental obtenida por el profesor o se orienta la consulta de otras bases de datos existentes, a través del uso de utilitarios de la computación.

Generalización y aplicación: Las respuestas a las preguntas 9 y 10 manifiestan el grado de ejecución de esta acción, al destacar lo útil de los conocimientos adquiridos para la formación profesional dada la vinculación con la profesión. Los alumnos de ambos centros consideran la actividad y sus contenidos útiles para su formación profesional, declarado en las respuestas afirmativas (54,2% y 60,0% de la UPR y del ISMM, respectivamente). Sin embargo, el 58,3% y el 60,0% de los alumnos de ambos centros consideran que sólo “A veces” se vinculan los contenidos de Física con la Geología, lo que puede traer como consecuencia un bajo nivel de motivación por la actividad.

Criterio de identificación: Si solamente se limitan a cuestiones puramente físicas o hacen extensivos los métodos y modelos físicos utilizados en la actividad a la vida cotidiana o profesional, es decir, se realiza una vinculación e integración de los contenidos de la práctica de laboratorio con la Geología y la utilidad de los mismos en su quehacer profesional.

Estos resultados permiten afirmar, que las prácticas de laboratorio de Física para los alumnos de Geología se han limitado al cumplimiento de los objetivos de la asignatura Física como ciencia, y su concepción didáctica, en sentido general, no se ha orientado a la formación del modo de actuación profesional del ingeniero geólogo, mucho menos para facilitar la ejecución de un proceso de investigación científica, lo que implicaría considerar una reformulación de los objetivos de la Física en el plan de estudio, pues tal situación evidencia la existencia de una contradicción

en la formación de las nuevas generaciones en los tiempo actuales, que deviene un problema a solucionar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para la carrera de Geología de la Universidad de Pinar del Río.

#### 1.7.- Antecedentes sobre transformaciones didácticas de las prácticas de laboratorio de Física en la enseñanza de las ciencias.

Resulta significativa la cantidad de investigadores que en el campo de la Didáctica han centrado su atención en el perfeccionamiento de las prácticas de laboratorio de Física, con el objetivo de desarrollar actitudes de investigación científica en los alumnos, destacando a continuación algunos de los más relevantes cuyos resultados han aportado a esta tesis:

El canadiense Derek Hodson (1993, 1994, 1999), defiende la creencia en un método científico característico o incluso en un algoritmo preciso, a través de la orientación y control sistemático de las actividades que debe realizar el alumno, capaz de dirigir las investigaciones científicas en el proceso de enseñanza para formar actitudes científicas, con la presencia de cuatro fases principales para aprender sobre la naturaleza de la ciencia: diseño y planificación, realización, reflexión, registro y elaboración. Considera que el único modo eficaz de aprender a hacer ciencia es practicando la ciencia junto a un experto diestro y experimentado que pueda aportar su ayuda, crítica y consejo sobre la práctica.

Los israelitas Lazarowitz y Tamir (1993) han propuesto el uso del laboratorio para enseñar los métodos y la práctica de la ciencia, a través de las diferentes tareas que pueden desarrollar los alumnos dentro de la actividad práctica, concebida como un laboratorio de investigación conducido por el profesor, necesitándose cambiar las concepciones de los docentes en este sentido.

En la aplicación de los métodos científicos contextualizados al proceso de formación utilizando como escenario la resolución de problemas y las prácticas de laboratorio, han trabajado: Furió, C. J.(1995), Perales, F.J. (1994), González, E. (1994), específicamente con un enfoque constructivista, donde los alumnos adoptan la condición de “investigador novel” propuesta por Daniel Gil (1993), quien ha colaborado en esta línea de investigación, con investigadores cubanos del Instituto

Superior Pedagógico “Enrique José Varona”, de la Habana (Gil, D. y Valdés, P.;1995, 1996 a, b y c).

La propuesta de un Modelo Didáctico para desarrollar los Trabajos Prácticos tratados en el aula o en el laboratorio como actividades de investigación que conlleven a despertar la curiosidad y el interés en los alumnos, y los obligue a recurrir a la experimentación, estableciendo las correspondientes estrategias de resolución del problema para su tratamiento y posible o no solución, ha sido un resultado de Álvarez, R.M<sup>a</sup>. (1994), del Equipo “Terra”, de Córdoba para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

Al perfeccionamiento del trabajo de laboratorio en la enseñanza de la Geología se han dedicado también Praia, J. y Marques, L. (1997) y Carrillo, L. (1996), apoyándose en trabajos de Hodson, de Gil y otros, siendo del criterio que en los trabajos de laboratorio se debe asumir una estrategia de enseñanza de orientación constructivista del conocimiento.

La mayoría de las propuestas de práctica de laboratorio de Física desarrolladas como proceso de investigación, se refiere a un proceso desarrollado en el aula junto al profesor, que facilita e induce las acciones de los alumnos, principalmente, de la enseñanza media y realizadas de forma frontal, en elaboración conjunta, que no es precisamente a lo que se aspira en esta investigación.

En la educación superior son muy discretas las transformaciones didácticas y tampoco satisfacen las expectativas en la solución del problema, sin embargo, existen investigadores cubanos que han incursionado en el tema de las prácticas de laboratorio orientadas hacia la actividad investigativa, entre ellos se encuentran: Valdés, P. y R. (1996); Fundora, J.(2000) del Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”, de la Habana; Calzadilla, O. y otros(1997) de la Facultad de Física de la Universidad de la Habana, González, T., et al. (1999) del Grupo de Enseñanza de la Física, Departamento de Física, Universidad Central de Las Villas, Barrera, J.(1999) y Herrera, A. (1999) de la Universidad de Matanzas y otros que hacen sus primeras incursiones en este mismo tema, motivados por el continuo perfeccionamiento, para adecuarse a las exigencias de los tiempos actuales.

Estas transformaciones en las prácticas de laboratorio de Física en la Educación Superior en Cuba y en el extranjero, tienden a que los alumnos realicen acciones de un proceso de investigación científica al inducirlos a transitar por varias de sus etapas, pero preferentemente, en una investigación igualmente realizada en el aula



conducida por el profesor, en ocasiones con alguna independencia de los alumnos y el desarrollo de determinados procesos mentales característicos en cualquier proceso de investigación, fundamentados principalmente, a partir la Enseñanza Problémica en Cuba y el Constructivismo en otros países como España y Canadá.

En este sentido se coincide con Gil, D. y Valdés, P. (1996) respecto a que esta actividad docente ha de dejar de ser un trabajo exclusivamente experimental e integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales.

Las modificaciones reportadas de las prácticas de laboratorio de Física, a pesar que de una forma u otra siempre contribuyen a la formación de habilidades implícitas en el modo de actuación profesional, no son suficientes para el desarrollo de un proceso formativo eficaz y eficiente a que se aspira con los alumnos de Geología, es necesario integrar acciones y actividades fundamentales que caracterice a este profesional en su proceso formativo y se satisfagan otras exigencias del modelo del profesional, razón por la cual, es importante identificar los referentes teóricos que permitan fundamentar una estructura metodológica para la práctica de laboratorio, cuyo proceso de enseñanza-aprendizaje oriente la formación de los alumnos hacia el modo de actuación del ingeniero geólogo y brinde a estos una visión de la profesión.

## 1.8.- Referentes teóricos para la concepción de la práctica de laboratorio de Física orientada a los alumnos de la carrera de Geología.

Se parte de la necesidad de concebir un diseño de práctica de laboratorio de Física, en el cual estén presentes los componentes no personales que caracterizan al proceso de enseñanza-aprendizaje a que se aspira desarrollar y su relación dialéctica induzca a la realización de las acciones del modo de actuación del ingeniero geólogo identificadas en el modelo de este profesional (Anexo No.6).

Se debe lograr la realización de una práctica de laboratorio de Física, donde se materialicen las siguientes condiciones:

se origine a partir de la necesidad de solución de un problema contextualizado en la profesión.

se requiera diseñar un experimento a partir de la magnitud física objeto de medición y de modelos físicos. (objeto y contenido)

se cumplan los objetivos de la asignatura Física.

la solución del problema conduzca a la realización de un proceso de investigación-científica y a la necesidad de trabajar en grupos de forma colaborativa. (método)

se propongan diferentes soluciones contrastables a partir de conjeturas o hipótesis. (forma)

se apliquen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (medios)

se apliquen software. (medios)

se logre una comunicación con diferentes fuentes de información como una necesidad de encontrar adecuados niveles de ayuda. (medios)

se necesite del uso y actualización de la información científica-técnica. (medios)

se elabore un informe donde se reporte la solución del problema y se comuniquen los resultados. (evaluación)

Para satisfacer tales requerimientos y lograr el objetivo propuesto en la investigación, debe lograrse la integración armónica de los fundamentos de los referentes teóricos considerados en los próximos epígrafes.

### 1.8.1.- Aprendizaje Basado en Problemas.

El Aprendizaje Basado en Problemas es uno de los métodos de aprendizaje que ha tomado más arraigo en las instituciones de educación superior en los últimos años, que tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la escuela de medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60 del siglo pasado.

En este método se invierte la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje convencional, es decir; mientras tradicionalmente, primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, ahora se presenta primero una situación problemática en el contexto de un escenario de actuación, donde se identifica un problema, que junto con su formulación surgen las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema.

Para su aplicación se asumen algunos de los criterios y resultados obtenidos por la Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en México y la Comisión de Modernización Pedagógica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, centros que aplican este método de aprendizaje en colaboración con universidades norteamericanas y canadienses.

Dentro de los criterios asumidos se encuentran:

Los tres principios básicos para la aplicación del método:

- 1.- El entendimiento de la situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente.
- 2.- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje.
- 3.- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

Lo importante de la aplicación del método, es que su objetivo no se centra en resolver el problema sino, en que éste sea utilizado como base en la identificación de los contenidos de aprendizaje para su estudio, de manera independiente o grupal, es decir, el problema sirve como detonador para que los alumnos cubran los objetivos de aprendizaje del curso *y en el caso de esta investigación, el reporte de cierto valor agregado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, respecto a contenidos de la Geología.*

Se asumieron las siguientes características de los problemas seleccionados, establecidas por Bárbara Duch (1999), y por investigadores de los centros citados, y se destaca en cursiva consideraciones hechas por el autor:

El diseño del problema debe comprometer el interés de los alumnos y motivarlos a examinar de manera profunda los objetivos que se pretenden cumplir. El problema debe estar en relación con los objetivos del curso y con problemas o situaciones de la vida diaria *y/o contextualizada en la profesión*, para que los alumnos encuentren sentido al trabajo que realizan *y se incremente el interés por solucionarlo*.

Los problemas deben llevar a los alumnos a tomar decisiones o hacer juicios, conjeturas basadas en hechos, información lógica y fundamentada. Están obligados a justificar sus decisiones y razonamientos. Los problemas o las situaciones deben requerir que los alumnos definan y expresen qué suposiciones son necesarias y por qué, qué información es relevante y qué pasos o procedimientos son necesarios con el propósito de resolver el problema.

La longitud y complejidad del problema debe ser administrada por el tutor de tal modo, que los alumnos no se dividan el trabajo y cada uno no se ocupe únicamente de su parte, debe promover la cooperación de todos los integrantes del grupo de trabajo y para poder abordar la solución del problema de manera eficiente.

La problemática planteada debe tener alguna de las siguientes características, para motivar en los alumnos el interés y entren a la discusión del tema: Preguntas abiertas, es decir, que no se limiten a una respuesta concreta; ligadas a un aprendizaje previo, es decir, dentro de un marco de conocimientos *y habilidades específicas*; temas de controversia que despierten diversas opiniones *y propuestas de diferentes modelos y métodos físicos*. De este modo se mantiene a los alumnos trabajando como un grupo y sacando las ideas y el conocimiento de todos los integrantes, evitando que cada uno trabaje de manera aislada. En este proceso los alumnos aprenden a aprender, por lo tanto, desarrollan la capacidad de aplicar el pensamiento sistémico para resolver las nuevas situaciones que se le presentarán a lo largo de su vida tanto cotidiana como laboral.

El contenido de los objetivos del curso debe ser incorporado en el diseño de los problemas, conectando el conocimiento anterior a nuevos conceptos y ligando nuevos conocimientos a conceptos de otros cursos o disciplinas.

Resulta indiscutible las ventajas de este método de aprendizaje, si el profesor realiza la adecuada orientación en la solución del problema y cumple con los requisitos de este, desde su concepción y planteamiento, por cuanto, además de hacer consciente la solución del mismo, se debe comprender la necesidad de interactuar con otros más desarrollados e indagar en diversas fuentes de información, es decir, colaborando.

#### 1.8.2.- Aprendizaje Colaborativo.

Considerado un método de aprendizaje muy ligado al anterior, en el cual los alumnos trabajan en pequeños equipos hacia una meta en común: *aprender*. Constituye una filosofía de interacción y estilo de vida, según Panitz, T. (1996), siendo la premisa fundamental la construcción consciente del conocimiento, a través de la colaboración mutua entre los miembros del grupo, que es precisamente el concepto asumido en esta propuesta de diseño de práctica de laboratorio.

Su aplicación en la educación no se puede atribuir a un autor o a una sola corriente pedagógica. Las orientaciones pedagógicas de John Dewey, dejaban claro que el aula debía ser un laboratorio de la vida real, el docente debía crear un ambiente de aprendizaje caracterizado por los procedimientos democráticos y por los procesos científicos, los alumnos debían aprender a resolver problemas trabajando en pequeños grupos y en permanente interacción. (Vega, G. I. y Rojo, B. ; 1999).

Al organizar el aprendizaje colaborativo, un aspecto fundamental es la selección del contenido, por cuanto este debe prestarse para que los alumnos investiguen, ajustado a sus intereses, que genere debates y la colaboración, y por tanto, desemboque en la “construcción” de nuevos conocimientos. Por esta razón, se aplica en la selección del contenido de la práctica de laboratorio el principio interdisciplinar-profesional (Perera, F. ;2000), de donde surge el valor agregado de la enseñanza de la Física, respecto a la enseñanza de la Geología.

Por otra parte, se coincide con Barrientos, F. (2000), como aspecto fundamental, que el grupo sea heterogéneo, tanto en variedad de recursos como de habilidades, ofreciéndose así, una mayor posibilidad de apoyo, de ayuda recíproca y de integración de la diversidad sociocultural, se asegura una estructura funcional más

operativa y una mayor variedad de habilidades y valores, lo que constituye una fortaleza para el grupo.

Del estudio de algunos modelos de Aprendizaje Colaborativo planteados por Vega, G.I. y Rojo, B. (1999), Barrientos, F. (2000), Ferreiro, R. (2001), Wolfenson, E. y García, S. (2002) y otros, se determinó que la propuesta de modelo para organizar el aprendizaje y trabajo colaborativo en el diseño de práctica de laboratorio a que aspira en esta investigación conste de las siguientes etapas:

1. Presentación de la situación (escenario de actuación).

El profesor propone a los alumnos la situación problemática de forma abierta, verbalmente en el aula y/o por escrito ubicada en la Intranet, que debe generar la investigación y juntos identificar el contexto de trabajo.

2. Organización de los equipos de trabajo.

El profesor propone la formación de equipos heterogéneos respecto a: sexo, nacionalidad y procedencia académica con número impar de integrantes y máximo cinco alumnos.

3. Planificación en equipo.

El profesor escucha a los alumnos preparar las estrategias de aprendizaje, a partir de las conjeturas planteadas, las diferentes acciones y los objetivos referentes al modelo y método físico elegido por el grupo.

4. Implementación y apoyo al trabajo de los equipos.

Los alumnos llevan a la práctica la estrategia asumida en el paso 3 concibiendo y construyendo un diseño experimental. El aprendizaje incluye una amplia variedad de actividades y acceso a distintas fuentes de información dentro y fuera del centro docente. El profesor sigue de cerca el trabajo del grupo e interviene cuando es preciso para correcciones y/o creación de conflictos cognitivos, conducente a análisis individual y grupal, como vía de retroalimentar el aprendizaje.

5. Análisis y síntesis.

Los alumnos procesan, analizan y evalúan entre ellos la información reunida y la base de datos experimental, y planifican la mejor forma de presentarla al resto de sus compañeros y al profesor.

6. Comprobación de resultados.

El profesor comprueba los resultados conseguidos por cada uno de los grupos, a partir del análisis de la base de datos obtenida y las experiencias de cada integrante, con vista a prepararlos para la presentación final.

## 7. Presentación del producto final.

Cada grupo presenta al resto de la clase y al profesor el resultado de su trabajo auxiliándose de medios de enseñanza y la exposición con la computadora, en previa coordinación para su realización en sesión plenaria, donde realizarán la contrastación de los diferentes resultados. En esta etapa son invitados profesores de Geología, de acuerdo al contenido que se trate.

## 8. Evaluación.

En la sesión plenaria, el resto de los equipos de trabajo, el profesor más invitados participan en la evaluación final, al escuchar los resultados. No obstante, durante todo el proceso se lleva el control, que desde una perspectiva grupal y también individual, son valorados los resultados parciales que se integran a la calificación final de la actividad.

## 9. Reconocimiento del éxito.

El profesor busca los medios adecuados para reconocer los méritos del trabajo realizado por los grupos y los individuos.

Se tuvo en cuenta además, estuvieran presentes los Elementos Básicos del Aprendizaje Colaborativo, que por lo general han planteado diversos investigadores dedicados al tema como: Barrientos, F.(2000); Capella, J. y Sánchez, G (1999); Vega, G.I. y Rojo, B. (1999); Wolfenson, E. y García S. (2002); Montano, A (2001), a manifestarse en los alumnos durante el desarrollo de la actividad, estos son:

### Responsabilidad Individual.

(El esfuerzo de cada integrante es indispensable para el éxito general)

- Interdependencia positiva.

(División y planificación del trabajo, dependencia de recursos, objetivo común)

- Habilidades de colaboración (Interpersonales, Sociales).

(Comunicación clara, liderazgo, solución de conflictos, toma de decisiones, conocimiento mutuo, aceptación de cooperantes y diferentes niveles de ayuda.)

- Interacción motora (Constructiva Cara a Cara o Fomentadora).

(Relaciones interpersonales y estrategias de aprendizaje, aliento mutuo, retroalimentación)

- Procesamiento del grupo.

(Reflexión sistemática del grupo y evaluación de su funcionamiento)

Se acepta el criterio que las actividades colaborativas aumentan el aprendizaje al permitir a los alumnos ejercitar, verificar y mejorar sus habilidades mentales y del pensamiento crítico, a través de la indagación, discusión y el compartir la información durante el proceso de solución de problemas (Orellana, A.; 2002). Las vivencias, tanto individuales como en el grupo, desde la formulación del problema hasta su solución, el compartir esas experiencias de aprendizaje, de relaciones interpersonales y de comunicación, la posibilidad de practicar y desarrollar habilidades, de observar y reflexionar sobre actitudes y valores, son aspectos transformadores de la personalidad de los alumnos, que en el método convencional de práctica de laboratorio difícilmente podrían estimularse, y son acciones básicas en su proceso formativo que forman parte del modo de actuación profesional del ingeniero geólogo, como un miembro más de un equipo multidisciplinario de investigación en su actividad laboral.

#### 1.8.3.- Teoría de la Actividad.

Se ha considerado a la práctica de laboratorio una actividad, donde los alumnos ejecutan un conjunto de acciones y operaciones, tanto de forma individual como de forma grupal (colaborativa), para lo cual se asumen criterios aportados por autores como; L.S. Vigotsky, A.N. Leontiev, Talízina, N. y otros citados, que centraron su atención en la categoría “actividad”.

Se parte del criterio que es una teoría materialista y dialéctica para explicar los procesos psíquicos manifestados durante el proceso de aprendizaje, del psicólogo ruso A. N. Leontiev, quien profundizó en la categoría “actividad”, rectora del desarrollo de los hombres, propuesta por L.S. Vigotsky en su teoría del Enfoque Histórico Cultural, de la cual se utilizan algunos argumentos para justificar la orientación de la actividad y el aprendizaje y desarrollo de los alumnos.

Leontiev, deja bien explícito la imposibilidad de aprender fuera de la propia actividad, es decir, que de acuerdo con su teoría, el aprendizaje, es una actividad o sistema de actividades (Leontiev, A. N.; 1981), la que define como un proceso consciente de solución de tareas, impulsado por el objetivo a cuya consecuencia está orientado, reflejo de una necesidad, un motivo o un interés, compuesta por el conjunto de acciones y operaciones necesarias para lograrla.



En la práctica de laboratorio se realizan un conjunto de acciones y operaciones con el fin de describir y/o transformar el objeto de estudio, pues como se conoce, la acción está siempre dirigida al objeto material o ideal.

La acción, por las funciones que cumple pueden ser: de Orientación, de Ejecución y de Control, considerada como su estructura funcional. (Galperin, P. ;1983, Talízina, N., 1988):

La acción de Orientación; esta relacionada con la utilización, por el alumno, del conjunto de condiciones concretas, necesarias para el exitoso cumplimiento de la acción orientada, que entraron en el contenido de la base orientadora de la acción (BOA). Es la etapa decisiva en cualquier actividad humana.

La acción de Ejecución; asegura las transformaciones dadas en el objeto de la acción (ideal o material).

La acción de Control; dirigida a seguir la marcha de la acción, a confrontar los resultados obtenidos con los modelos dados. Facilita la corrección necesaria tanto en la Orientación como en la Ejecución.

La práctica de laboratorio como clase (actividad académica), tiene habitualmente, una estructura organizativa, que se puede ubicar dentro del concepto forma, compuesta de tres partes o momentos esenciales: la parte Introductoria, la parte de Desarrollo y la parte de las Conclusiones (Fuentes, H. et al; 1984, Álvarez, C.M.;1996), haciendo corresponder, su propia estructura metodológica con la estructura funcional de la acción, como se describe a continuación:

Parte Introductoria: La Orientación, como punto de partida de la actividad, se ubica al alumno en el nuevo contenido a apropiarse.

Parte de Desarrollo: La ejecución, donde se trabaja con el contenido, se realiza el experimento y el procesamiento de la base de datos obtenida.

Parte de Conclusiones: El Control, se generaliza e integra el contenido, se comunican los resultados finales de todo el proceso y se emite una calificación.

Cada una de estas partes o etapas concuerdan con las categorías o unidades comunes expresadas por Kaloshina, I. P. y Kevlishvili, M. P. (1978), acerca de los elementos (o estructura) que componen una práctica de laboratorio como son: la motivación y la fundamentación (Introducción), la experimentación (Desarrollo) y el procesamiento e interpretación de los resultados experimentales, la elaboración del Informe Técnico y la comunicación de los resultados (Conclusiones).

La acción es la unidad del análisis de la actividad cognoscitiva y el eslabón central de la dirección del proceso de formación, según Talízina, N. (1988), la que destaca además, que: “Toda actividad humana puede considerarse como un original microsistema de dirección que incluye “el órgano dirigente”(la acción orientación, en la Introducción), el “órgano de trabajo” (la acción ejecución, como el Desarrollo), y el “mecanismo de rastreo y comparación” (la acción de control, correspondiente a las Conclusiones)”.

Se puede aseverar, que la estructura funcional de la acción: Orientación, Ejecución y Control, están presentes en cada una de las partes de la estructura de la práctica de laboratorio, debido a la dinámica de este tipo de clase y del propio proceso en sí.

La Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales de Galperin, delimita una etapa en el proceso de interiorización denominada establecimiento del esquema de la Base Orientadora de la Acción (BOA), en la cual, es precisamente donde el alumno se orienta para aprender y depende, entre otras cosas, de las particularidades del objetivo y objeto de la acción, del carácter y orden de las operaciones que entran en la acción, de los rasgos peculiares de los instrumentos utilizados. Se ha considerado utilizar en el modelo de diseño de práctica de laboratorio el tercer tipo de base orientadora de la acción (Galperin, P.; 1983, Talízina, N.; 1988), identificada como generalizada, completa y elaborada independientemente. Es una BOA que el alumno elabora independientemente por medio de una aplicación consciente del método de la generalización, el cual se considera una de las características fundamentales de la acción, que caracteriza la medida de la separación de las propiedades del objeto, esenciales para el cumplimiento de la acción de entre otras no esenciales.

Estas condiciones influyen en el éxito de la acción independientemente de sí el alumno está consciente o no de ellas, de aquí el importante y decisivo papel que juega la orientación en cualquier actividad humana, en particular, durante el aprendizaje. De cuán efectiva sea la orientación dada a los alumnos para la

ejecución de cualquier actividad de aprendizaje, dependerá si se produce un aprendizaje memorístico o desarrollador (Bernaza, G.; 2000).

La orientación del aprendizaje no puede ser espontánea, sino concebida dentro de la Zona de Desarrollo Próximo de los alumnos, definida por Vigotsky en su teoría del Enfoque Histórico-Cultural, en la cual considera el aprendizaje una actividad social y coloca en el centro de atención al alumno activo, consciente y orientado hacia un objetivo, en interacción con otros individuos, confiriéndole a la colaboración un valor incuestionable en el desarrollo, considerando dos niveles para el desarrollo psíquico a tener en cuenta en el aprendizaje:

- 1.- Nivel actual de desarrollo como resultado de los ciclos de enseñanza ya concluidos de desarrollo y de lo que puede hacer por sí solo.
- 2.- Zona de Desarrollo Próximo, definida como la distancia entre el nivel actual de desarrollo determinado por la capacidad de resolver un problema por sí solo y la que se encuentra en el proceso de formación “El día de mañana” del desarrollo, y en la cual, el individuo identifica las contradicciones cognoscitiva e identifica un problema, cuya solución consciente, conduce a la búsqueda de adecuados niveles de ayuda en otro más capaz, bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro más desarrollado, donde se incluye al profesor.

En el Enfoque Histórico-Cultural se aboga por el desarrollo de la personalidad del alumno y esto implica utilizar resortes de que dispone en su personalidad (su historia personal, intereses, motivos, emocionalidad) en relación con los que aporta el grupo de clases, involucrando al propio alumno en la construcción de las condiciones más favorables para el aprendizaje, que es donde se manifiestan las fuerzas motrices del desarrollo psíquico de la personalidad, a través de las contradicciones entre lo que se modifica en la actividad por las necesidades del hombre y sus posibilidades reales de satisfacción, que son estados emocionales clasificados por Petrovski dentro de las esferas de actuación (Inductora y Ejecutora) en la transformación de la personalidad de los individuos. (Petrovski, A. V.; 1979)

El Enfoque Histórico-Cultural es un enfoque con una visión humanista, optimista, no hiperbolizada sino dialéctica de las capacidades de la personalidad (Fariñas, G.; 2002), cuyos fundamentos, se manifiestan desde la concepción hasta la

materialización de la práctica de laboratorio propuesta, con la presencia de los siguientes elementos que caracterizan esta teoría:

La construcción social del conocimiento.

La colaboración, cooperación y la solidaridad en el trabajo en grupo.

La ley de interiorización de lo externo en lo interno.

La Zona de Desarrollo Próximo.

La actividad, el diálogo y la Comunicación como mediadores del aprendizaje.

#### 1.8.4.- El Proceso de Investigación Científica.

Se pretende el desarrollo de una práctica de laboratorio donde los alumnos construyan sus conocimientos, a través de la indagación, la exploración, la interrelación y la comunicación con diversas fuentes de información, lo que se traduce a ponerlos en contacto con el desarrollo de un proceso de investigación científica (Gil, D. y Valdés, P.; 1996, Praia, J. y Marques, L.; 1997, Carrillo, L.; 1996, Álvarez, R.M<sup>a</sup>.; 1994, Furió, C.J.; 1995, Perales, F.J.; 1994, González, E.; 1994, Bernaza, G.; 1992 y otros), lo cual implica el planteamiento de una situación problemática, de donde identifiquen y formulen un problema que resolver.

Para ello, se deben facilitar las orientaciones que involucren a los alumnos con la aplicación de los métodos de investigación, la comprensión del camino a seguir, la organización y los procedimientos sistemáticos para proceder con el proceso de investigación, a la vez que desarrollan una actividad de construcción del conocimiento.

La investigación científica desarrollada se encuentra dentro del paradigma de investigación Marxista, (Cerde, H.; 2002), que se fundamenta en las categorías y principios propios del materialismo histórico y dialéctico, como concepción filosófica que la sustenta, no solo como una doctrina ontológica, sino además gnoseológica, una lógica que examina el pensamiento y la cognición tanto en su devenir como en su desarrollo, y en ellos está contenido como tendencia su futuro, es decir, aquello que devendrá.

A juicio del investigador argentino Ezequiel Ander-Egg (citado por Cerde, H.; 2002), los aspectos que caracterizan una investigación científica, son los siguientes:

- Ante todo, es una forma de plantear problemas y buscar soluciones mediante una indagación o búsqueda que tiene un interés teórico o una preocupación práctica.
- De una manera muy general, se llama también investigación científica, a la adquisición de conocimientos acerca de un aspecto de la realidad (situación-problema) con el fin de actuar sobre ella.
- Es una exploración sistemática a partir de un marco teórico en el que se encajan los problemas o las hipótesis como encuadre referencial.

- Requiere una formulación precisa del problema que se quiere investigar y de un diseño metodológico en el que se expresen los procedimientos para buscar la o las respuestas implicadas en la formulación del problema.
- Exige comprobación y verificación del hecho o fenómeno que se estudia mediante la confrontación empírica.
- Trasciende las situaciones o casos particulares para hacer inferencias de validez general.
- Utiliza una serie de instrumentos metodológicos que son relevantes para obtener y comprobar los datos considerados pertinentes a los objetivos de la investigación.
- Por último, la investigación se registra y expresa en un informe, documento o estudio.

A partir de estos criterios, se hace necesario el dominio de una serie de conceptos y regularidades que caracterizan cualquier proceso de investigación, a pesar de que el diseño propuesto para el desarrollo de la práctica de laboratorio, debe ser un modelo no rígido, no dogmático y debe permitir contrastar los resultados con las teorías físicas, a través de una estrategia o plan general determinado por las acciones y operaciones que faciliten al investigador (alumno), las consideraciones y decisiones necesarias a asumir en la materialización del mismo y en el aprendizaje del proceso en sí y de los contenidos de Física y Geología implícitos.

Son muchas las irregularidades respecto a una definición básica y única de este proceso, así como los componentes fundamentales que lo estructuran, por lo que se hace muy difícil hablar de un patrón único para todas las investigaciones. En los Anexos del No.19 al No.24, se muestran diferentes modelos de procesos de investigación científica (Bunge, M.; 1972; Arnal y otros; 1994; otros citados por Cerda, H.; 2002), considerados para determinar las fases comunes que se asumen en la práctica de laboratorio de Física, estas fases son:

Identificar y formular el problema a investigar. (Se trata de la exploración de la realidad objetiva, identificar las contradicciones que generan proponer una solución, identificar cuál es la problemática, qué resolver, hacia dónde orientarse).

Indagar en fuentes y procesar la información. (Consulta a diversas fuentes de información: literatura impresa y digitalizada, expertos y otros alumnos, asesoramiento, revisión de bases de datos, utilización de multimedia, de forma que se concrete y enuncie el objetivo y el objeto de la investigación).

Concebir y enunciar conjeturas/hipótesis. (Propuesta de solución hipotética, hacer conjeturas mejor fundadas, estimaciones, intentos de explicación, ordenamiento del contenido).

Constatar la hipótesis. (Trabajo de campo, mediciones, experimentación, obtención de la base de datos, identificación de las fuentes de errores).

Procesar e interpretar la base de datos experimental. (Trabajo de gabinete, análisis, descripción, contrastación y explicación de los resultados, estudio lógico y estadístico de los resultados, concepción y preparación del Informe).

Comunicar. (Presentación y discusión del informe final, poner los resultados a disposición de los expertos y del resto de los compañeros de estudio).

Aplicar y generalizar resultados. (Demostrar el grado de extensionalidad y de generalización de las leyes, principios, modelos y métodos físicos como posibles aplicaciones o soluciones de problemas de la vida cotidiana y la profesión).

Estas fases se organizan en cada uno de los momentos esenciales declarados para la práctica de laboratorio: Introducción, Desarrollo y Conclusiones, y de esta forma se controla el desarrollo eficaz del proceso y se regula el aprendizaje de los alumnos, en correspondencia además, con las acciones físico-geológicas invariantes que se definen en el próximo capítulo y que orientan la actividad de los alumnos hacia la ejecución de acciones propias del modo de actuación profesional del ingeniero geólogo, en las que se manifiesta la expresión de la Teoría Materialista del Conocimiento “de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de ahí a la práctica” (Lenin, V.I.; 1983)

#### 1.9.- Conclusiones del Capítulo I.

1. La Física en la formación del geólogo representa más que una asignatura básica dentro de la carrera de Geología en sentido general, por cuanto proporciona, además de los principales fundamentos teóricos, los métodos de investigación científicos e instrumentos de medición imprescindibles para el desarrollo exitoso de su misión: la prospección, exploración y explotación de los recursos del medio geológico.

2. Las insuficiencias de los alumnos y las preocupaciones de los integrantes del colectivo de carrera de Geología, condujeron a identificar, formular y constatar un problema dentro proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, que generó la realización de la investigación a manera de tributar a su solución.

La práctica de laboratorio de Física constituye la forma de enseñanza para la adecuada aproximación de los alumnos al modo de actuación del ingeniero geólogo, una vez identificado que la mayoría de las acciones definidas en el Modelo del profesional se pueden ejecutar en este tipo de clase.

La integración armónica de los referentes teóricos considerados, proporcionan las bases para la modelación del proceso de enseñanza-aprendizaje en la práctica de laboratorio, de manera que esta actividad no constituya meramente un proceso de investigación científica como han sugerido otros autores dedicados al tema, sino que incluya la ejecución de otras acciones y la formación de otros valores que inciden en la formación integral de la personalidad de los alumnos de Geología.



## CAPÍTULO II: MODELO COLAB: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### Introducción

Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, la práctica de laboratorio ha sido objeto de continuos perfeccionamientos didácticos para hacerla cada vez más eficiente y eficaz en la formación de los alumnos, sin embargo, es donde más prejuicios y resistencia a cambios en su estructura metodológica existen, al implicar transformaciones de patrones o dogmas metodológicos establecidos tradicionalmente. El modelo de diseño de práctica de laboratorio propuesto, argumenta la pretensión de aproximar a los alumnos de la carrera de Geología al modo de actuación de este profesional, a través del desarrollo de un proceso de enseñanza-aprendizaje caracterizado por unas regularidades que identifican el proceso formativo del ingeniero geólogo y que dieron lugar al enunciado de tres principios para su concepción, dinámica del proceso y la conducta del profesor y de los alumnos. En tal modelo se evidencia la relación dialéctica ciencia-profesión.

### 2.1.- ¿Qué es el modelo COLAB?

La denominación de este modelo de práctica de laboratorio proviene de la fusión de las palabras del inglés "Collaborative Laboratory", en español "Laboratorio Colaborativo" y constituye un instrumento de carácter teórico-práctico y didáctico para el profesor, que representa un reflejo mediatizador de la realidad expresada en el problema formulado en la investigación, construido para su solución, a través de la modificación de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física dado en la práctica de laboratorio, sustentado en la lógica de la ciencia Física y en la necesidad histórico concreta de la formación del ingeniero geólogo de la Universidad de Pinar del Río, respecto al ideal de profesional egresado de la universidad cubana que requiere la sociedad.

Se trata de un modelo de práctica de laboratorio real, que los alumnos desarrollan con recursos reales, palpables y realizan las mediciones de las magnitudes físicas correspondientes en el laboratorio de la universidad o en otros lugares seleccionados.

En el desarrollo de la actividad, si las condiciones y el contenido seleccionado lo permiten, se utilizan como recurso adicional o de apoyo los laboratorios virtuales, para elevar la complejidad del fenómeno físico estudiado y la comprobación de los resultados experimentales, a partir del software elaborado para tales efectos.

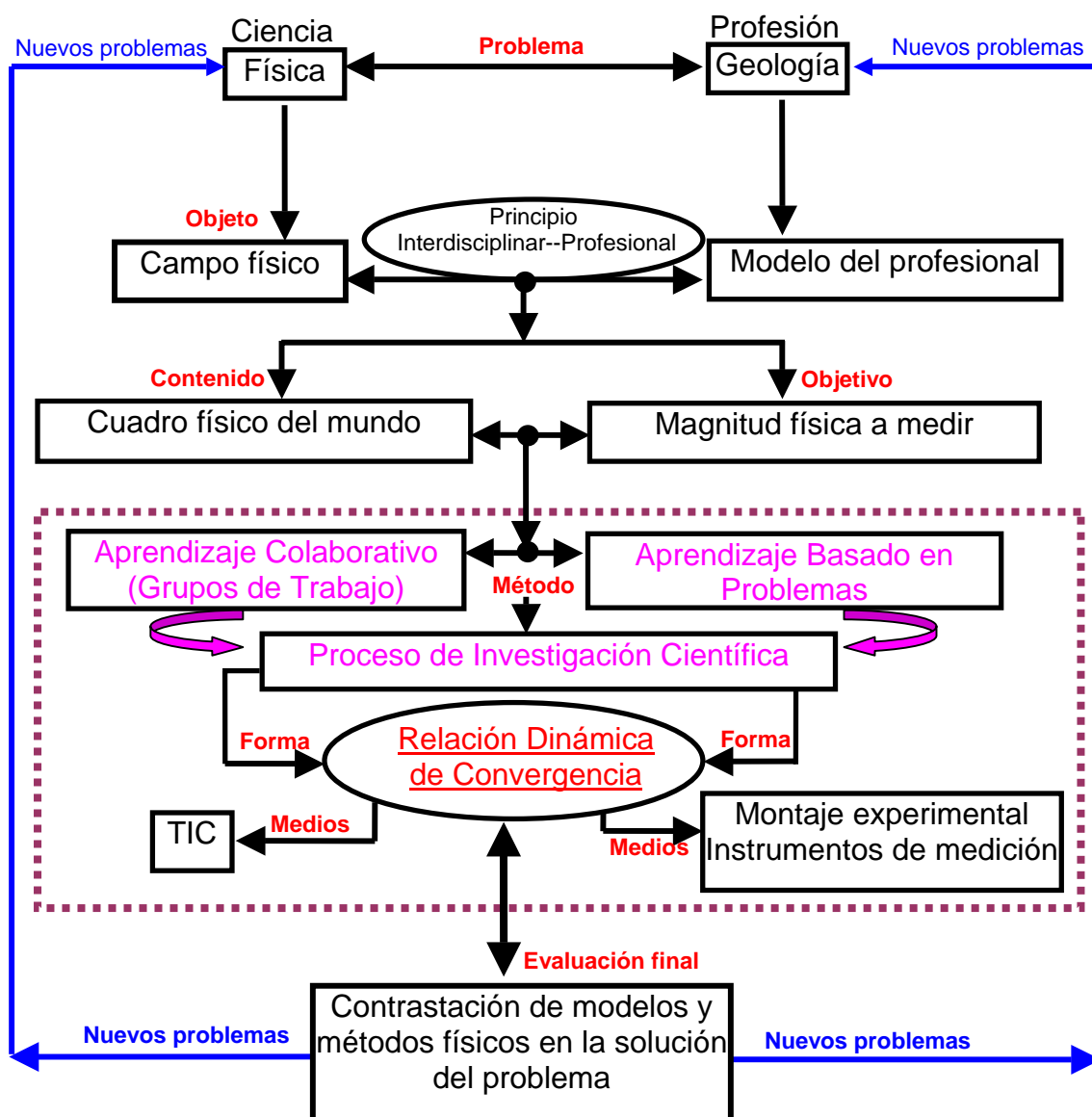
En el epígrafe 1.8 al definir las bases teóricas que fundamentan al modelo *COLAB*, prácticamente se realiza la caracterización del proceso de enseñanza-aprendizaje ideal a desarrollar en la práctica de laboratorio por los alumnos de Geología, al establecer las condiciones didácticas en la estructura metodológica descrita, a través de los componentes no personales de este proceso: problema, objeto, objetivo, contenido, método, forma, medios y evaluación (Álvarez, C. M.; 1998), y sus relaciones expresadas en las modificaciones didácticas propias del modelo.

2.2.- La práctica de laboratorio de Física como proceso de enseñanza-aprendizaje en el modelo *COLAB*: Componentes del proceso y sus relaciones.

La concepción de este modelo de diseño de práctica de laboratorio de Física se muestra en el siguiente esquema del modelo *COLAB*, donde están presentes todos los componentes no personales que caracterizan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, en el cual se manifiesta la relación entre ellos y donde, prácticamente, se establecen las regularidades del proceso de formación del geólogo.

Como puede observarse en el esquema del modelo *COLAB*, este implicará la ejecución (imitación), por parte de los alumnos, de un proceso de investigación científica como motor impulsor de su aprendizaje y desarrollo, a partir de hacer consciente la necesidad de solución a dificultades y conflictos cognitivos en la identificación de un problema generado de una situación físico-geológica creada por el profesor.

## ESQUEMA DEL MODELO COLAB



A continuación se describe cómo se manifiesta cada uno de estos componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje en la materialización del modelo *COLAB* y sus relaciones, que hacen a dicho proceso de la práctica de laboratorio un proceso con enfoque teórico totalizador (holístico):

**Problema:** Se genera de la relación ciencia-profesión (Física-Geología) manifestada en el objeto de estudio profesional y expresado en una situación problemática contextualizada en la Geología (escenario de actuación), donde el alumno identifica una contradicción dialéctica entre lo objetivo y lo subjetivo, originando cierto interés y una necesidad de solución como parte de la transformación del objeto desde el punto de vista físico, llevando implícito el proceso de formación del modo de

actuación de los alumnos de Geología, como una necesidad que tiene la sociedad, expresado en el Modelo del profesional.

Objeto: Parte de la realidad, vinculada con el campo físico del mundo, portador del problema formulado para el escenario de actuación físico-geológico, en correspondencia con contenidos de la asignatura Física afines a los de Geología.

Objetivo: La aspiración o propósito en la formación de los alumnos. Se trata de la medición de una magnitud física propia del campo físico (objeto de estudio), identificado en el problema, que conduce al cumplimiento del encargo social descrito en el Modelo del profesional y al sistema de habilidades y de conocimientos presentes en el programa de la asignatura Física.

Contenido: Rama del saber, de una materia, de una ciencia, presente en el objeto en que se manifiesta el problema, es la concreción didáctica de la cultura, a dominar por los alumnos para cumplir los objetivos. Se trata del Cuadro físico del mundo establecido en el programa de Física al que pertenece el objeto de estudio y los contenidos de Geología derivados de la relación interdisciplinar-profesional (Física-Geología), inherentes a los de Física.

Método: Modos de desarrollar el proceso y que expresa la configuración interna del mismo y es uno de los responsables de su dinámica, como vía de transformar el contenido y lograr el objetivo de la actividad. En este modelo se integra el aprender resolviendo problemas y de forma colaborativa, a través del desarrollo de un proceso de investigación científica con el objetivo de resolver el problema de la investigación.

Forma: Expresa la configuración externa del proceso y se encuentra dialécticamente relacionada con el método y ambos expresan la dinámica del mismo, por esta razón se ha definido la Relación Dinámica de Convergencia, a través de la cual, en el proceso de solución todos los grupos de trabajo resuelven el mismo problema para cumplir el mismo objetivo, pero empleando modelos y métodos físicos diferentes, en una clase de laboratorio que se ha clasificado como Real-Colaborativa-Abierta-De Investigación-Semitemporal-Convergente-Agregada (Anexo No.12).

Medios: Soportes auxiliares en el proceso de enseñanza-aprendizaje que viabilizan el cumplimiento de objetivos, como resultan los diseños experimentales reales propuestos por los alumnos y sobre el cual, construyen el modelo físico a emplear, los instrumentos de medición y los recursos de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para la comunicación, actualización y procesamiento de la

información y de la base de datos experimental, así como los utilitarios para la presentación del informe final.

Evaluación: Una medida de lo aprendido por los alumnos, a través de la valoración (control) por etapas de las contribuciones, que desde el punto de vista individual ha realizado el alumno a los resultados del colectivo de trabajo en cada una de las fases del modelo *COLAB*, reflejadas en la ejecución de las diferentes acciones del modo de actuación del ingeniero geólogo, identificadas del Modelo del profesional, durante todo el proceso de investigación científica, que culmina con la evaluación integral (resultado final) en la contrastación de los diferentes resultados, como producto final del proceso de enseñanza-aprendizaje cumplido en la práctica de laboratorio de Física, comunicados en la presentación del informe final.

En la materialización del modelo *COLAB* se pone de manifiesto la tríada dialéctica formada por el problema, el objeto y el objetivo, los cuales constituyen un conjunto inseparable, totalmente conexo y coherente, pues no es posible referirse a uno de ellos sin hacer alusión a los otros, así se tiene, que el problema se manifiesta en un objeto, mientras que el objetivo pretende resolver el problema (Notario, A.; 2004). De aquí, que existe entre ellos una relación dialéctica con carácter de ley, que satisface una de las leyes de la Didáctica definidas por Álvarez, C. M. (1998), que expresa la relación entre el proceso docente educativo y el contexto social: La escuela en la vida. En el modelo *COLAB* se manifiesta la necesidad de solución de problemas reales contextualizados en la Geología, a resolver en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la práctica de laboratorio de Física, lo cual prepara a los alumnos para desempeñar su papel en el contexto social.

De las relaciones entre los componentes descritos en el modelo *COLAB* se logra que los diferentes grupos de alumnos alcancen el objetivo fundamental de la actividad, que consiste en la habilidad para resolver problemas, asociada al sistema de conocimientos de Física con cierto valor agregado respecto al aporte de conocimientos de la Geología y la ejecución de acciones propias del modo de actuación profesional, razones para afirmar la manifestación de otra de las leyes de la Didáctica del autor antes mencionado (Álvarez, C. M. ;1998) que expresa: Las relaciones entre los componentes del proceso docente educativo: La educación a través de la instrucción, como una manifestación de la relación dialéctica contenido-

método y que determina a la vez, la relación afectiva-cognitiva con el contenido a apropiarse.

Como bien ha planteado este autor, la presencia de los componentes y las leyes en un sistema totalizador, como resulta el modelo *COLAB*, constituye el contenido esencial de la teoría de la Didáctica, lo cual conlleva a afirmar, que dicho modelo de práctica de laboratorio es un modelo didáctico.

Tales condiciones establecidas para esta actividad docente, tiene en las relaciones sociales su esencia, identificando en las condiciones expresadas para el proceso formativo de los alumnos de Geología, las regularidades que van a caracterizar a este tipo de práctica de laboratorio, manifestando en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, su dinámica y las relaciones sociales de los individuos que participan en él, para obtener como resultado final, la aproximación de los alumnos de Geología al modo de actuación de este profesional y una visión del perfil ocupacional, como parte de su formación vocacional desde los primeros años de la carrera.

### 2.3.- Regularidades de la práctica de laboratorio COLAB.

La relación dialéctica entre los referentes teóricos considerados y el Modelo del profesional de Geología, así como la búsqueda de su integración armónica, permitió determinar que el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la práctica de laboratorio de Física y con una aproximación al modo de actuación del ingeniero geólogo, debe caracterizarse por la presencia de las siguientes regularidades dinámicas: Cientificidad, Problematicidad, Trabajo Grupal, Valor Agregado y la Comunicación.

Tales regularidades deben expresar la forma en que aparece la conexión causal en que el estado concreto (causa) de un sistema determina unívocamente todos sus estados subsiguientes (efecto), en consecuencia, el conocimiento de las condiciones iniciales permite predecir con exactitud el ulterior desarrollo del sistema (Rosental, M. y Iudin, P.; 1981), lo que significa la expresión de cierto grado de obligatoriedad, su presencia, en el comportamiento de los procesos o fenómenos, lo que implica que un cambio de algún aspecto exige, en algún grado, la transformación del otro.

Estas regularidades definidas, garantizan la dinámica de la práctica de laboratorio durante todo el proceso, cuya descripción es la siguiente:

Problematicidad, manifestada en todo el proceso como expresión de la regulación/autorregulación del aprendizaje al colocar sistemáticamente al alumno en la Zona de Desarrollo Próximo, a través de la introducción de incertidumbres y conflictos cognitivos que tiendan a su desarrollo.

Cientificidad, expresada como una necesidad y obligatoriedad en la búsqueda de la solución, como consecuencia del tránsito por diferentes fases de un proceso de investigación científica y a asumir la actitud de un científico novel.

Trabajo Grupal, expresada en la necesidad consciente de colaborar como miembro de un equipo de trabajo en la búsqueda de la solución del problema formulado.

Valor Agregado, manifestado en el proceso de interiorización de los contenidos de Geología incorporados al plano individual, a partir de los contenidos de Física propuestos para el desarrollo de la práctica de laboratorio por el modelo COLAB,

empleados como aspecto psicológico en el orden volitivo-afectivo (para la motivación), y por tanto, al logro de la relación afectivo-cognitiva.

Comunicación, como herramienta mediadora por excelencia entre el marco sociocultural y el alumno en proceso de formación, manifestada a través del lenguaje personalizado y tecnológico, como garantía de la conexión necesaria entre las diferentes fuentes de información, para encontrar los niveles de ayuda adecuados que contribuyan a la solución del problema.

Como se identificó en el epígrafe 1.8, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la práctica de laboratorio debe estimular la ejecución de un proceso de investigación científica con el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a partir de identificar la necesidad de solución de un problema de la realidad (de su vida cotidiana o de su profesión), donde resulte prácticamente imprescindible, trabajar en grupos promoviendo la discusión, el análisis, la toma de decisiones y el consenso en los criterios, que es precisamente como trabaja el geólogo en la realidad. Deberá ser un proceso donde prime el intercambio y el diálogo permanente como expresión de la comunicación, y que a la vez, resulte útil y significativo el aprendizaje para los alumnos, empleando para ello, situaciones problemáticas contextualizadas en la profesión, que faciliten a los alumnos la familiarización con conceptos, magnitudes y métodos de investigación, pertenecientes a asignaturas de la especialidad de cursos superiores.

Cada una de estas regularidades no se manifiestan de forma individual en el proceso idealizado, una determina a la otra y todas, armónicamente, coexisten como un todo, lo cual permite la identificación de relaciones significativas entre ellas que dan lugar a enunciar principios que van a fundamentar teóricamente el modelo COLAB.



## 2.4.- Principios para la materialización de la práctica de laboratorio COLAB.

Son principios porque describen relaciones significativas entre distintos conceptos de los referentes teóricos considerados y constituyen normas y juicios que sirven de fundamento a todo el bregar teórico del modelo COLAB, para su concepción y dinámica como reglas fundamentales de conducta tanto del profesor como de los alumnos. Se han extraído al identificar relaciones entre las regularidades que deben caracterizar a la práctica de laboratorio de Física para los alumnos de Geología y, por tanto, constituyen el fundamento sobre el cual se apoya el diseño de la práctica de laboratorio COLAB.

Constituyen punto de partida, la idea rectora o una regla fundamental de conducta en la concepción y dinámica de la práctica de laboratorio de Física para los alumnos de Geología. En el sentido lógico, el “principio” es un concepto central, el fundamento de un sistema, concepto, y fundamento que constituye una generalización y la aplicación de algún principio a todos los fenómenos que se producen en la esfera de la que ha sido extraído el principio dado. Es una NORMA. (Rosental, M. y Iudin, P.; 1981) que caracteriza el proceso formativo para este tipo de alumnos.

Estos principios constituyen el principal aporte teórico a la Didáctica de la Física, por cuanto facilitan una novedosa concepción de la práctica de laboratorio, en función del Modelo del profesional, de gran utilidad y contribución a los próximos Planes D de estudio en las universidades cubanas.

### 2.4.1- Principio de la Contribución Profesional.

Principio que revela el carácter obligatorio de la presencia del valor agregado que reporta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la formación del futuro profesional de Geología y norma el establecimiento de tres niveles para la selección del contenido de las prácticas de laboratorio propuestas, como una consecuencia de la aplicación del Principio Interdisciplinar-profesional (Perera, L.F.; 2000), a través de la relación entre los contenidos de la Ciencia Física, los contenidos de otras disciplinas de la Geología y las exigencias del Modelo del profesional de Geología.

La selección del contenido se realiza en coordinación con los profesores de la carrera de Geología, quienes cooperan con la elaboración del escenario profesional,

dando oportunidad a los alumnos a proponer temas una vez explicado cómo funciona el modelo *COLAB* desde el inicio del curso escolar.

Los niveles de selección del contenido propuestos son:

Nivel No.1: Los contenidos de Física obtenidos por los alumnos en enseñanzas precedentes en el tema seleccionado.

Nivel No.2: Los contenidos de Física establecidos en los programas de las asignaturas Física en la universidad, coincidente con los del nivel No.1.

Nivel No.3: Los contenidos de las disciplinas de la carrera de Geología, relacionados con los contenidos de Física del nivel No.2.

Para el establecimiento de estos niveles de selección del contenido, se han tenido en cuenta, los dos niveles de desarrollo psíquico propuestos por Vigotsky (Talízina, N.;1988):

- 1.- El nivel actual de desarrollo como resultado de los ciclos de enseñanza ya concluidos de desarrollo, correspondiéndose con el Nivel No.1 propuesto.
- 2.- La Zona de Desarrollo Próximo, la que se encuentra en el proceso de formación “el día de mañana” del desarrollo, con la ayuda de otro más desarrollado.

Considerar estos dos niveles de desarrollo psíquico en el modelo *COLAB*, implica en todo el proceso no solo aprendizaje sino también desarrollo, por cuanto se logra con su materialización, no solo la apropiación de sistemas conceptuales sino también, la manifestación de funciones psíquicas superiores que es donde opera el desarrollo. Cuando Vigotsky se refiere a desarrollo, acentúa la necesidad de tener en cuenta no solo las funciones que han madurado, sino también, las que están en trance de maduración, esto es, no solo lo actual y la capacidad real de los sujetos, sino lo potencial, lo próximo, lo por-venir, o sea, la Zona de Desarrollo Próximo, determinada por la divergencia entre la edad mental o el nivel de desarrollo actual, que se determina con ayuda de las tareas resueltas de forma independiente y el nivel que alcanza el sujeto al resolver las tareas, no por su cuenta, sino en colaboración. (Palacio, M.A.; 2001)

Para colocar a los alumnos en la Zona de Desarrollo Próximo, se presenta una situación problemática cuidadosamente concebida para tales efectos cognitivos y de desarrollo, obtenida de la fusión de los niveles No.2 y No.3, los que establecen lo nuevo y lo desconocido por aprender, a través de la identificación de problemas, cuya solución siempre está asociada con las potencialidades reales de desarrollo actual (nivel No.1), pero que resultan insuficientes para dar solución al problema de forma individual e incluso grupal y, por tanto, requiere de la interacción con las personas de su entorno y en colaboración con algún semejante más capaz.

Del análisis de la interacción con otras personas como origen inmediato del desarrollo, a través de la cual se ponen en movimiento procesos internos en vías de maduración tanto individual como grupal, considerando al grupo no solo como un importante agente cultural de cambio, sino también sujeto de la actividad, resulta pertinente hablar de una zona de desarrollo próximo grupal (Castellanos, A. V.; 2002), con lo cual se coincide con esta autora, por cuanto, la situación presentada a los alumnos ha provocado procesos internos de desarrollo individuales generalizados por igual a cada miembro del equipo.

En esta zona de desarrollo próximo es donde se manifiesta el máximo de las potencialidades mentales de los alumnos, al identificar la contradicción entre el nivel de desarrollo psíquico alcanzado y las potencialidades con otros de más desarrollo en la nueva área del conocimiento, como nuevas exigencias a su aprendizaje, planteadas por los factores sociales a su actividad social.

A continuación se argumenta sobre estos niveles para la selección del contenido de las prácticas de laboratorio, con ejemplos en la asignatura de Física I:

En el primer nivel, se realiza un estudio de los contenidos de Física recibidos por los alumnos en enseñanzas precedentes (desde 8<sup>vo</sup> al 12<sup>mo</sup> grados), presentes en los programas de Física del nivel superior, que recibirán con más complejidad en el tratamiento matemático como son: Cinemática y Dinámica del punto material, Leyes de Conservación de la Energía Mecánica y de la Cantidad de movimiento lineal, Fundamentos de la Física Molecular y de la Termodinámica, existiendo temas como la Dinámica de la Rotación del sólido rígido, la Ley de Conservación de la Cantidad de movimiento angular, la Mecánica de los fluidos y la Mecánica de los cuerpos deformables, que por primera vez los estudian en la universidad, pero como son

contenidos importantes para la formación del ingeniero geólogo, se tienen en cuenta para las prácticas de laboratorio por el modelo *COLAB*.

El segundo nivel corresponde a la selección de los contenidos de Física I del programa de estudio de esta asignatura en la universidad, que constituyan fundamentos teóricos o procedimentales de algún método de prospección geológico o explicación de algunos de los procesos o fenómenos geológicos que se estudian en la carrera de Geología.

Las prospecciones geofísicas se identifican por la magnitud física a medir y, que prácticamente, revela el método de investigación del ingeniero geólogo, por ejemplo: la Prospección Gravimétrica con la medición de la aceleración de la gravedad, la Prospección Magnética o Electromagnética con la medición de la componente horizontal de la inducción magnética del Campo Magnético Terrestre, la Prospección Nuclear con la medición de la actividad radiactiva, los Métodos de Prospección Sísmica, con las mediciones de la energía que portan las ondas y oscilaciones mecánicas, y otros. Tal situación facilita la selección de los contenidos de Física, al constituir esta ciencia el fundamento de esos métodos de investigación y de otros contenidos propios de la Geología.

El tercer nivel, se refiere a la selección de los contenidos de las disciplinas y/o asignaturas específicas de la Geología que necesitan de los fundamentos y métodos físicos, para la explicación de los procesos o fenómenos geológicos que en ellas se manifiestan y se correspondan con los contenidos de las asignaturas de Física establecidas en los programas de estudio, facilitando la identificación del campo físico, objeto de estudio del proceso a desarrollar en la práctica de laboratorio y la determinación de la magnitud física objeto de medición, como objetivo específico de la actividad y campo de acción del proceso de investigación.

Este nivel corresponde a la aplicación del Principio Interdisciplinar-Profesional, entendido este como: aquel que dirige el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la preparación de un futuro profesional capaz de solucionar integralmente los problemas que enfrentará en su futuro desempeño profesional (Perera, L. F.; 2000). Destaca el autor: “.... que este principio significa considerar las relaciones entre las ciencias, lo interdisciplinar, pero también los problemas de la profesión, o sea, los relacionados con el objeto y la lógica del trabajo del futuro profesional.

La selección del contenido de Geología, propicia la elaboración de situaciones problemáticas reales dadas en la profesión (escenario de actuación), que siempre conducen a la identificación, por parte de los alumnos, de un problema, al no poseer los conocimientos, ni habilidades inmediatas necesarias, ni suficientes para su solución, por cuanto serán contenidos que reciben en años superiores y necesitarán de la ayuda de otros, lo cual reportará cierto valor agregado del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física al proceso formativo de los alumnos de Geología desde los primeros años de estudio, y que los modelos y métodos físicos pueden ayudar a solucionar, con los conocimientos y habilidades de Física obtenidas de enseñanza precedentes y con la ayuda adecuada a conseguir en las diversas fuentes de información, orientándose en la conducta a seguir para proceder en el proceso de solución. Esto permitirá a los alumnos familiarizarse con métodos de investigación propios de la profesión y a asumir el rol de un investigador. La formulación del problema constituye el punto de partida del proceso de investigación, en el cual ejecutan acciones propias del modo de actuación profesional del ingeniero geólogo, durante su solución.

Son diversos los ejemplos de contenidos de la Geología que pueden ser llevados a las prácticas de laboratorio de Física: de la disciplina como la Geología Aplicada (Integradora) con asignaturas como la Geología del petróleo y la Hidrogeología General, cuyo objeto de estudio es el estudio del comportamiento y extracción de fluidos como el petróleo y el gas, en la primera, y el estudio del movimiento de las aguas superficiales y subterráneas en la segunda, resultando para ambas imprescindible, la aplicación de las leyes de la Mecánica de los fluidos. En la disciplina Geoquímica, la asignatura Mineralogía, necesita la medición de la magnitud física densidad, lo cual es determinante en el estudio de rocas y minerales, como lo es en el estudio de las propiedades físico-mecánica de las rocas en la asignatura Ingeniería Geológica. En Mineralogía se necesitan conocimientos básicos de la Cristalografía, que estudia la disposición de los planos interatómicos en la estructura cristalina de los minerales, cuyos fundamentos pertenecen a la Óptica Geométrica y Ondulatoria, para la identificación de las especies de minerales con ayuda del microscopio, la difracción de rayos X y la espectrometría. En la disciplina Geodinámica, el estudio de los fenómenos de transporte, en la asignatura de Estratigrafía y Geología Estructural, el estudio de los principios físicos que explican la deformación de las rocas y los factores que influyen en la deformación y

dislocaciones tectónicas, la determinación del Módulo de Young en el estudio cuerpos deformables (las rocas) en los procesos geológicos y otras. Para constatar otros ejemplos relacionados con la disciplina Geofísica, consultar el Anexo No.25.

De igual forma, existen otras disciplinas como la de Procesamiento de la Información Geológica y Geofísica con sus asignaturas de Computación y de Estadística, a las cuales se tributa desde la práctica de laboratorio de Física por el modelo COLAB, debido a acciones necesarias del procesamiento estadístico de la base de datos experimental e interpretación de los resultados, empleando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la presentación del informe de los resultados finales.

#### 2.4.2.- Principio de la Dinámica Profesional

Es un principio metodológico fundamental que norma la dinámica de desarrollo de la práctica de laboratorio con estructura de proceso de investigación, cuyo significado filosófico estriba en la relación establecida entre los fundamentos metodológicos de la estructura de una práctica de laboratorio como proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual se modifica el componente forma para el modelo de práctica que se propone, las exigencias sociales del Modelo del profesional de Geología y aspectos esenciales de cómo proceder en un proceso de investigación científica.

La estructura metodológica (la forma) de la práctica de laboratorio responde a la establecida “Relación Dinámica de Convergencia”, la cual proporciona a los alumnos el tránsito por diferentes fases de un proceso de investigación científica, trabajando de manera colaborativa en grupos, todos en la búsqueda de una misma solución, empleando modelos y métodos físicos diferentes con la ejecución de acciones propias del modo de actuación del geólogo identificadas del Modelo del profesional de esta carrera (Anexo No.6).

La “Relación Dinámica de Convergencia”, parte de la identificación en el escenario del objeto de estudio (Campo físico) y de la magnitud física a medir (campo de acción), como objetivo específico de la práctica de laboratorio de Física, continúa con la propuesta, por parte de los alumnos, de modelos físicos que permitan medir esa magnitud física. Se crean tantos grupos de trabajo como modelos, entendidos estos como la forma en que se representa el conocimiento existente en un dominio dado (Gómez, M. A. y Pozo, J. I.; 2001), no se frustra la creatividad e imaginación de

los alumnos y sin restricciones en las conjeturas, consideradas estas como una suposición inicial todavía no investigada en suficiente medida, cuyos fundamentos lógicos y empíricos no se conocen, que puede llegar a convertirse en hipótesis en el transcurso del proceso, al poseer un sistema de conocimientos en el que se apoya aquella suposición basada en el estudio de hechos y leyes físicas aplicadas (Cerdeña, H.; 2002), y conducir a la reconsideración del modelo físico propuesto inicialmente y la necesidad de encontrar otra opción.

La dinámica de proceso desarrollada por cada grupo converge en el cumplimiento de un mismo objetivo, medir aquella magnitud física, que conduce a la solución del problema formulado para la investigación realizada en el contexto de una práctica de laboratorio de Física. Tal convergencia, permite la contrastación de las propuestas y resultados, la que permite una mayor fiabilidad del conocimiento al ser comparado por los diferentes grupos de alumnos y en circunstancias variadas. Esta contrastación se realiza en sesión plenaria con la participación de cada grupo de trabajo, como un aspecto característico de los ingenieros geólogos en las investigaciones, momento idóneo para considerar si los modelos y métodos físicos aplicados resultan prácticos para la situación abordada en el escenario o para situaciones similares de Geología u otra ciencia, de forma tal que puedan generalizarse y surgir nuevos problemas.

En la dinámica de la práctica de laboratorio se deben cumplir habilidades establecidas en el programa para las asignaturas de Física, como son:

- Observar, analizar e interpretar.
- Resolver problemas y diseñar.
- Manipular y medir.
- Calcular, procesar y evaluar.
- Confeccionar e interpretar gráficos en un plano.
- Elaborar e interpretar informes técnicos.

Identificadas en el Modelo del profesional de Geología como actividades fundamentales del ingeniero geólogo, que constituyen acciones/operaciones presentes en cualquier proceso de investigación científica. En este sentido se consideró definir un conjunto de acciones invariantes denominadas “Acciones físico-geológicas”, que caractericen la propuesta de práctica de laboratorio para los alumnos de la carrera de Geología, a través del correspondiente conjunto de



operaciones que las aseguran durante el proceso (Anexo No.26), materializadas en las fases consideradas del proceso de investigación científica: Identificar y formular el problema a investigar, Indagar fuentes y procesar la información, Concebir y enunciar hipótesis, Constatar la hipótesis, Procesar e interpretar la base de datos experimental, Comunicar, Aplicar y Generalizar.

Estas acciones físico-geológica invariantes son:

Explorar la realidad Física-Geológica.

Conjeturar soluciones en problemas físicos-geológicos.

Diseñar estrategias experimentales para contrastar conjeturas/hipótesis físico-geológicas.

Experimentar con modelos físicos.

Comunicar resultados del proceso.

Aplicar soluciones de problemas físico-geológicos a nuevas situaciones.

Generalizar método de solución a otros problemas físico-geológicos identificados.

Como fue explicado en el epígrafe 1.8.3, la estructura metodológica de la práctica de laboratorio consta de tres momentos esenciales: Introducción, Desarrollo y las Conclusiones, y dentro de cada una de estas partes se manifiesta la estructura de la acción (Orientadora, de Ejecución y de Control), por esta razón, se ha propuesto para el profesor el llamado Sistema de Orientación-Acción (Anexo No.27), como representación externa del proceso en el que se establecen las relaciones funcionales de sus componentes, y que orienta al profesor hacia dónde y cómo debe orientar las acciones de los alumnos para aproximarlos al modo de actuación profesional, cómo regular el proceso de asimilación, a partir de las dimensiones del nuevo contenido tratado y cuándo y cómo controlar (evaluar) el aprendizaje del alumno y la dinámica del proceso de la práctica de laboratorio, procurando en las diferentes etapas de la actividad la comunicación de los resultados que se vayan obteniendo, como una forma especial de la actividad o categoría especial esencial del desarrollo social de la personalidad.

Es indudable, que la dinámica de desarrollo de la práctica de laboratorio por el modelo *COLAB* influye en la personalidad del profesor, por cuanto este tendrá que asumir otro rol, que no es el que tradicionalmente ha estado ejerciendo, así como en la personalidad del alumno, que es el centro y ente activo de su aprendizaje.



#### 2.4.3.- Principio de concientización del proceso.

Es un principio que exige hacer consciente la solución de un problema identificado en el escenario previamente elaborado y la obligatoriedad de trabajar en grupos heterogéneos creados, colaborando y dirigiendo los esfuerzos individuales al cumplimiento de un mismo objetivo del colectivo, con adecuados niveles de ayuda de otros más desarrollados, con independencia cognoscitiva y sentido de la responsabilidad.

Se fundamenta en la relación de los referentes teóricos correspondientes a los Métodos de aprendizaje: Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Colaborativo.

Este principio establece las bases para la concepción de un problema real de la vida cotidiana o laboral del ingeniero geólogo, preferentemente de la segunda, a partir del cual, se elabora la situación problemática para el escenario, que al estar contextualizado en la profesión en correspondencia con los objetivos del curso de Física, tenderá a una mayor motivación para hacer conjeturas basadas en sus conocimientos previos y en la información lógica y fundamentada obtenida de las fuentes consultadas y, por tanto, para enfrentar la actividad.

La motivación que se logre con el planteamiento del escenario, la toma de conciencia de la actividad y la interiorización del contenido, será la responsable de la regulación inductora de la personalidad, al manifestar determinados estados afectivos-volitivos que se convierten en punto de partida de la actividad cognoscitiva, como son: los conocimientos, las habilidades, los hábitos, los sentimientos, las cualidades volitivas. La fuente principal de estos estados es precisamente, “el motivo”, por ello, la parte orientadora de la actividad es decisiva para el éxito, es en esta donde el alumno toma conciencia de la necesidad de desarrollarla, pero solo si ha interiorizado el motivo que energice y oriente su conducta.

Para lograr lo expresado se aplican los fundamentos del Aprendizaje Basado en Problemas, siendo una de sus exigencias, la percepción del alumno de una situación cuya solución no sea trivial, de lo contrario no resultaría un problema y no necesitaría investigar para su solución, tampoco que la posible solución no se encuentre a su alcance, no le interesaría, no encuentra un motivo para profundizar en los conceptos y aprender.

Los alumnos deben percatarse, una vez identificado y formulado el problema, de la necesidad de indagar, investigar, buscar adecuados niveles de ayuda y colaborar entre todos para encontrar la solución, ya que hacerlo solo conduce a incrementar la complejidad de la solución e incluso el tiempo para lograrla, entonces se crean los grupos de trabajo heterogéneos en cuanto a sexo, nacionalidad, procedencia académica y con número impar de integrantes, máximo cinco alumnos y en dependencia de la complejidad del contenido seleccionado, sin elegir un líder, la experiencia ha demostrado que los integrantes del grupo se encargan de hacerlo, pues siempre existe la necesidad de ello, por otra parte, como el profesor participa en la creación de los grupos de trabajo, prevé la presencia de algún alumno más vivaz que pueda dirigir, planificar y distribuir las tareas de cada integrante.

En la concepción del trabajo colaborativo en el proceso de la práctica de laboratorio debe primar la construcción consciente del conocimiento, a través del aporte intencionado de cada uno de los miembros del grupo y cumplirse los elementos básicos del método “Aprendizaje Colaborativo”, así como las diferentes etapas previstas para el modelo colaborativo definidas en el Capítulo I como base del modelo *COLAB*.

Se considera imprescindible, para la aplicación de este principio, tener claro “¿qué es un problema?”, palabra muy común en el argot popular y de uso indiscriminado entre los docentes al no diferenciarlo de ejercicio, pues durante la ejecución de la práctica de laboratorio por el modelo *COLAB*, es sistemática la introducción de lo problemático para crear conflictos cognitivos en el control y regulación del aprendizaje de los alumnos, de forma personalizada o a través de la comunicación por e-mail o la Intranet, en cada una de las etapas que lo componen, induciendo a la autorreflexión y a la metacognición, tanto en el plano individual como en el colectivo de trabajo.

Para aprender hay que enfrentar una situación de desequilibrio cognitivo, que se manifiesta cuando se hace consciente la situación de no coincidencia, ni suficiencia de las concepciones que se tiene sobre un objeto de estudio en un contexto dado, por lo que necesita encontrar respuestas para restablecer ese desequilibrio cognitivo.

El conflicto se crea, precisamente, entre la necesidad de dar explicación a la situación planteada y el insuficiente conocimiento para poder explicarla o el no tener las habilidades requeridas y suficientes para solucionarla.

El conocimiento humano, a lo largo de la historia, se ha construido siguiendo la pauta de buscar respuestas a los grandes problemas que la humanidad identifica. Toda la actividad del hombre y su conocimiento, se relaciona directamente con la solución consecutiva de problemas sociales, filosóficos, técnicos, lingüísticos, pedagógicos, biológicos, físicos y otros, que determinan la conexión causal con los próximos estados cognitivos y modifican sucesivamente el conocimiento o conducta del hombre en la necesidad de solucionar el problema, al constituir la medida objetiva de la posibilidad de que se realicen las tendencias al cambio existente en lo pasado, de acuerdo con las condiciones externas en que se manifieste y el grado de complejidad. (Repilado, F. y Durruthy, O.;1995)

Las fuerzas motrices del desarrollo psíquico de la personalidad se manifiestan en las contradicciones entre lo que se modifica en la actividad por las necesidades del hombre y sus posibilidades reales de satisfacción. (Petrovski, A.V.; 1979)

Al cuestionar ¿qué es un problema?, se pueden obtener diversas respuestas todas dirigidas a identificar un reto, tanto a los conocimientos como a las habilidades que se posean en el momento de presentada la situación problemática, y de cuya solución se enriquece el arsenal cognoscitivo de las personas, por ello se aporta al contexto una definición de problema que responda en la acepción más amplia respecto a lo supuesto en la investigación:

Problema: Una regularidad del conocimiento del hombre, que caracteriza el grado de complejidad percibido en un contexto histórico-cultural dado, producto a una representación consciente y contradictoria en el plano cognitivo, conducente a un proceso de desarrollo con necesidad de solución y adecuados niveles de ayuda de otros más desarrollados.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje lo que puede resultar un “problema” para un alumno, no lo es para otro, por esta razón en el modelo *COLAB* se prevé que en la situación problemática planteada a los alumnos siempre identifiquen un problema, que propicie la construcción consciente de nuevos conocimientos y la formación de nuevas habilidades propias del modo de actuación del profesional de Geología, que lo conducen al desarrollo y aprendizaje. En este caso, el problema sirve como detonador para que los alumnos ejecuten el proceso de investigación en la práctica de laboratorio de Física, pero colaborando.

La definición de Aprendizaje Colaborativo dada por Panitz, T. (1996), resulta útil para la praxis de la filosofía del modelo *COLAB*, respecto al trabajo en grupos en la solución de problemas como componente esencial en la formación de los alumnos de la carrera de Geología desde los primeros años de estudio, por cuanto el geólogo es un elemento fundamental en un equipo multidisciplinario o proyecto que se dedique al estudio de los recursos naturales de la corteza terrestre, en el estudio de las propiedades del subsuelo para obras ingenieriles, la correcta utilización y conservación del medio, la explotación y utilización de las aguas, sean superficiales o subterráneas. El graduado en Geología está capacitado para desempeñarse como asesor en las dependencias gubernamentales del Poder Popular en el uso racional de los recursos naturales y en la conservación y protección del medio ambiente en sus respectivas jurisdicciones y, como tal, debe recibir una formación de cómo trabajar en grupos, pues sus ideas, criterios y conocimientos aportan al resultado del colectivo y, por tanto, tiene que adquirir esa cultura para saber conducirse en la toma de decisiones en un grupo de trabajo.

En el modelo *COLAB* de práctica de laboratorio de Física, la solución del problema exige trabajar en colectivo dada la complejidad y la diversidad de tareas a desplegar, desde la búsqueda de la información y de niveles de ayuda, como la concepción del diseño experimental del modelo físico y la construcción del mismo. En él se manifiesta cada uno de los elementos o componentes del Aprendizaje Colaborativo, reflejados en la conducta individual y colectiva, al resolver la tarea asignada para el cumplimiento de los objetivos de la actividad, velando porque cada miembro garantice sus tareas, reuniéndose para resolver conflictos cognitivos o procedimentales planteados y llegar a consensos, que informan al profesor como parte de las evaluaciones, a través del diálogo y la comunicación sistemática con el profesor y demás fuentes de información.

La ejecución del modelo *COLAB* cumple con los siete momentos y estrategias de una clase de aprendizaje cooperativo propuesto por Ferreiro, R. (2001):

- (1).- La creación de ambientes favorables para aprender,
- (2).- La orientación de la atención de los alumnos para aprender,
- (3).- El procesamiento de la información,
- (4).- La recapitulación o repaso necesario y suficiente de lo que se aprende,
- (5).- La evaluación y celebración de lo aprendido,

(6).- La interdependencia social positiva entre los miembros de un grupo para aprender,

(7).- La reflexión sobre procesos y resultados de lo que se aprende.

Los alumnos se encuentran ante el reto, no sólo de aprender en forma individual conceptos, leyes, métodos de investigación, la manipulación de equipos e instrumentos y medir, sino de explicar a sus compañeros aquello que no entienden o no han aprendido a hacer, existiendo una activación cognoscitiva por medio de la interrelación personal y la comunicación permanente (tormenta de ideas, discusiones), entre los alumnos integrantes del equipo de trabajo y con el resto de las fuentes de información, lo cual implica poner en práctica sus habilidades comunicativas, de argumentación y convencimiento, despojarse de la timidez. Se genera un clima de confianza y responsabilidad tal, que los alumnos más inhibidos participan activamente y los menos responsables son alentados y hasta presionados por su equipo a trabajar con calidad y en los plazos convenientes.

Se agrega además, que es en la aplicación de este principio en la práctica de laboratorio de Física desarrollada por el modelo *COLAB*, donde se ponen de manifiesto una serie de conceptos interconectados de la teoría vigotskyana (Vigotsky, L.S.; 1989, 1993) como son: los procesos mentales superiores, el proceso de interiorización y la mediación como concepto sociocultural, descritos a continuación:

Desde la presentación del escenario de actuación ya los alumnos realizan acciones mentales, al identificar una situación de la profesión para la cual se forman y que sus conocimientos y habilidades no son suficientes para obtener una solución inmediata, entonces busca ayuda (profesor, especialistas, alumnos, literatura impresa y digitalizada, etc.) que orienten su actividad de aprendizaje si ha tomado conciencia de la necesidad de la solución.

Las funciones psicológicas superiores tienen origen social y se manifiestan en el desarrollo del modelo *COLAB* en constante interrelación con el entorno, dadas cuando los alumnos indagan, ubican y contactan las diferentes fuentes de información que aportan todo el arsenal cognitivo y procedimental para enfrentar y resolver el problema formulado en la práctica de laboratorio de Física, cuando discuten, intercambian criterios e ideas, llegan a consensos en el seno de su equipo

de trabajo, procesan información y bases de datos, cuando preparan el reporte de los resultados obtenidos y su argumentación lógica y científica.

La noción de interiorización se puede definir como la incorporación al plano individual, intrapsicológico, de lo que previamente ha pertenecido al ámbito de las interacciones con las diversas fuentes de información (lo externo), alcanzando en esta fase una autonomía responsable en la construcción del conocimiento, al hacer suyos los conocimientos, habilidades y valores que antes pertenecían a otros, iniciándose así una nueva fase de desarrollo, porque los signos de naturaleza cultural son interiorizados mediante procesos cognitivos de naturaleza psicológica. Se proponen a partir de aquí, ideas como posibles vías de solución del problema (conjeturas, hipótesis y diseño para la constatación), que posteriormente organizan por etapas cuando en el colectivo han llegado a un consenso de los procedimientos a ejecutar para el cumplimiento de la actividad.

La naturaleza social del proceso de interiorización que se manifiesta durante la solución del problema, fue resaltado por Vigotsky, puesto que la fuente de desarrollo principal de este proceso se sitúa en el marco de las relaciones sociales que el sujeto mantiene en su entorno, asegurando el verdadero enfoque social de la actividad propuesta, a través de las prácticas de laboratorio.

Para Vigotsky, los procesos mentales superiores y el desarrollo evolutivo, desde el punto de vista mental, consiste en la formación de ideas en el curso de actividades socialmente significativas, por esta razón se plantean situaciones problemáticas contextualizadas en la Geología, cuya solución resulte para los alumnos una necesidad en su formación profesional.

Desde la perspectiva histórico-cultural se propone que la actividad humana resulta mediada por instrumentos culturales construidos en el curso del propio desarrollo histórico de los grupos humanos, como resulta el caso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones actuales, que ya ocupan un lugar significativo en el proceso formativo en las instituciones educativas.

En el modelo *COLAB* se verifica el papel del lenguaje (la comunicación y el diálogo) como mediador fundamental en la construcción de los conocimientos, en el proceso de comprensión de la realidad. El lenguaje es la "herramienta mediadora" por excelencia entre el marco histórico-cultural y la persona en proceso de formación, garantizando la constante y sistemática interacción con los alumnos en el

seguimiento de cada una de las actividades que realizan, en la retroalimentación, la corrección del aprendizaje y en la evaluación.

Por otra parte, medios como la televisión (programas didácticos), el ordenador (prácticas de laboratorio Virtual), las redes telemáticas (Intranet e Internet), el e-mail, Microcampus, etc., más allá de tecnologías constituyen lenguajes que abren continuamente las posibilidades de intermediación entre la sociedad y el individuo, las cuales cumplen sus funciones específicas en el modelo propuesto, de acuerdo con los intereses de la formación del profesional y propios de la enseñanza de la Física, sin olvidar que la forma habitual de mediación viene dada a través de la interacción con otra persona, fundamentalmente profesor-alumno.

La perspectiva histórico-cultural y la identidad se construyen mediante un proceso básicamente dialógico que se logra durante todo el desarrollo de la actividad, a través de un intercambio sistemático con el profesor. Esta dinámica no solamente se apoya en la interacción de un sujeto con otros individuos, sino que, además, resulta de especial relevancia la dinámica apoyada por los elementos generadores del diálogo interno durante las reflexiones metacognitivas que realizan los alumnos de su aprendizaje.

Se trata de aprovechar un cuerpo teórico y metodológico que, a partir de constructos como mediación, actividad, herramientas psicológicas, mediadores, dialogicidad, entre otros, permitan analizar situaciones curriculares mediadas por el instrumento mediador por excelencia, “el lenguaje”, pero también por los mediadores contemporáneos, como la televisión, el vídeo, el ordenador, los multimedia, el e-mail, las redes Intranet e Internet, resumidas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

El enunciado de estos principios que norman la dinámica establecida en el modelo COLAB para este tipo de forma organizativa del proceso de enseñanza-aprendizaje de Física, conlleva a emitir una definición sobre lo que se debe considerar una práctica de laboratorio de Física bajo este diseño metodológico:

“Proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, que organiza temporal y espacialmente para ejecutar etapas estrechamente relacionadas, en un ambiente donde los alumnos pueden realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia, a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la comunicación entre



las diversas fuentes de información y la solución de problemas con un enfoque Interdisciplinar-Profesional”.

Definición que entra en contradicción con la emitida en la Resolución No. 269/91 para la aplicación del nuevo Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior, expresada en el siguiente artículo, citado textualmente:

Artículo 72: La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios.

Como norma se deberá garantizar el trabajo individual en la ejecución de las prácticas de laboratorio.

Lo cual se justifica, solamente por el hecho de la época en que fue emitida, pues entra en contradicción con las exigencias de la Educación Superior en el actual siglo XXI.

## 2.5.- Caracterización del modelo *COLAB*.

A partir de las reflexiones que hace Sierra, R.A.(1997) sobre Modelo Pedagógico, la construcción que se presenta del modelo *COLAB*, responde a una necesidad histórico-concreta dada en la formación del ingeniero geólogo de la Universidad de Pinar del Río, conteniendo elementos como lo Teórico, correspondiente a los fundamentos del Aprendizaje Basado en Problemas y el Aprendizaje Colaborativo en la concreción del modelo, lo Metodológico la concepción de la estructura de la práctica de laboratorio como un proceso de investigación científica, y lo Práctico, concerniente a la metodología que permite materializar el modelo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, cuya caracterización se ha hecho a partir de aspectos propuestos por esta autora y que deben estar presentes en la concepción de cualquier modelo pedagógico o didáctico:

Caracterización del modelo *COLAB*:

Modelo Didáctico: Colaborativo



Paradigma: Histórico-cultural

Fundamento Filosófico: Materialismo Dialéctico.

Fundamento Psicológico: Teoría de la Actividad.

Fundamento Pedagógico: Aprendizajes Basado en Problemas y Aprendizaje Colaborativo.

Modelo del Maestro: Facilitador, regulador, No autoritario.

Modelo del Alumno: Activo, colaborativo, autónomo.

Concepción Didáctica: Proceso de enseñanza-aprendizaje en la práctica de laboratorio de Física.

Contenido de Enseñanza-Aprendizaje: El contenido de Física contextualizado en la Geología.

Aspectos de interés: Desarrollo de un proceso de investigación científica en su génesis de forma colaborativa.

Planeamiento: Abierto, estructurado, regulado y riguroso.

Corroboración práctica: Modelada y metacognitiva de corte socialista, democrática.

Otros aspectos: Modificación de la personalidad del profesor y de los alumnos al asumir roles dentro del proceso que requieren de más empeño y responsabilidad.

“Los modelos pedagógicos (Instructivo, Educativo o Desarrollador), más que describir y penetrar en la esencia misma de la enseñanza, reglamenta y normaliza el proceso educativo definiendo ante todo qué se debería enseñar, a quiénes, con qué procedimientos, para moldear ciertas cualidades de los alumnos”.(Flórez, citado por Díaz, A.E. y Quiroz, R.E. ;2001).

El modelo *COLAB* como modelo didáctico, es un instrumento de la investigación de carácter teórico creado para estructurar y reproducir idealmente el proceso de enseñanza-aprendizaje de las practicas de laboratorio de Física para la carrera de Geología, que lo reglamenta y normaliza, a través de las regularidades que lo distinguen de otros modelos o metodologías de prácticas de laboratorio y de los principios que norman la conducta de los que participan en el proceso, alumnos y profesor.

Las experiencias acumuladas durante todo el desarrollo de la investigación, traen como consecuencia la consideración de determinados requerimientos, llamados de “Apoyo” en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, para facilitar el éxito en la ejecución del modelo *COLAB*, por cuanto, su materialización implica del

profesor una gran predicción y planificación en el gráfico docente de la asignatura e incluso dentro del colectivo de año, así como la dedicación del profesor y de los alumnos durante su ejecución, al estar bien ocupados y empleando tiempo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el que están inmersos.

#### 2.5.1.- Requerimientos de apoyo para la aplicación del modelo *COLAB*.

1. Esta práctica de laboratorio no será de las primeras a ejecutar por los alumnos dentro del ciclo previsto, pues antes deberán conocer el proceder en los laboratorios docentes de Física: La manipulación y medición con algunos de los instrumentos de medición, determinar la precisión de estos, el error de exactitud de mediciones directas e indirectas, y otras operaciones.

La práctica de laboratorio a desarrollar bajo este modelo *COLAB*, será orientada con antelación dentro del ciclo de prácticas de laboratorio propuesto, para que los alumnos vayan realizando acciones que permita ir incorporando a su aprendizaje conocimientos y habilidades de otras prácticas de laboratorio no desarrolladas bajo este modelo, pero que sí aportan herramientas, métodos y la ejecución de acciones necesarias para la consolidación de la práctica por el modelo *COLAB*, como pueden ser por ejemplo: la medición con instrumentos de medición y la manipulación y conexión de equipos, la aplicación de software para la tabulación cuantitativa de la base de datos experimental y su procesamiento estadístico, la realización de gráficas, y otras operaciones. Por esta razón, las prácticas de laboratorio planificadas dentro del período establecido para la materialización del modelo *COLAB*, deberán estar orientadas a reforzar el éxito de esta actividad dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, dirigida a facilitar y orientar a los alumnos de la carrera de Geología acerca de la visión que deben tener del modo de actuación del ingeniero geólogo.

3. Planificar en el gráfico docente del curso, la ubicación adecuada para estas prácticas de laboratorio, así como el tiempo necesario de estancia de los alumnos dentro del laboratorio, para no afectar la continuidad del proceso.

#### 2.6.- Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el modelo *COLAB*.

Entendidas como mediadoras del desarrollo sociocultural del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la práctica de laboratorio y soporte de nuevos lenguajes de comunicación, que determinan la concepción de la realidad del proceso a ejecutar e inciden en su identidad, tal y como se ha expresado, abren continuamente las posibilidades de intermediación entre la sociedad y el individuo, por constituir en la actualidad exigencias en la formación profesional de los alumnos universitarios, reflejadas en objetivos del Modelo del profesional de Geología (Plan de estudio C perfeccionado, 1998), a través de:

La aplicación de métodos matemáticos y de software en la solución de problemas geológicos.

El procesamiento de la información obtenida durante los trabajos de campo y de laboratorio aplicando las técnicas más modernas de procesamiento de datos, incluyendo la utilización de software.

La utilización de paquetes de aplicaciones, procesadores de texto y otros utilitarios de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como el uso de las redes, el correo electrónico e Internet.

En el desarrollo de la práctica de laboratorio diseñada por el modelo *COLAB*, constituyen herramientas fundamentales en la facilitación de servicios asincrónicos tales como:

El correo electrónico (e-mail) para la comunicación con los alumnos (cuestionamientos, respuestas y diversas orientaciones individuales y grupales), en contactos sistemáticos.

El Microcampus para facilitar la interacción con los materiales didácticos e informaciones a disposición de los alumnos y la comunicación entre ellos.

Internet para la actualización de la información del contenido seleccionado.

Software didácticos interactivos como Physics Interactive, Software Estadísticos y otros como los laboratorios Virtuales.

Con tales servicios la presencia física del profesor no es imprescindible y sirven como medio de comunicación sistemática para la aclaración de dudas o el planteamiento de lo problemático y obtención de respuestas individuales en cada

una de las etapas del proceso de investigación, así se controla qué hace cada integrante y cuál es su contribución al proceso de solución.

Estas tecnologías se usan en la presentación del informe escrito empleando procesadores de texto; en la presentación oral con la utilización de utilitarios como el Power Point u otros; en el procesamiento de la base de datos y resultados experimentales y en la búsqueda de información en las redes informáticas para la actualización del contenido de la práctica de laboratorio.

Otro elemento de estas tecnologías utilizado en el modelo *COLAB* lo constituye la práctica de laboratorio virtual de Física, una herramienta didáctica de apoyo en el desarrollo de la actividad, fundamentalmente, para completar las acciones identificadas para el modo de actuación del ingeniero geólogo, relacionadas con su uso y aplicación, a través de:

La simulación de fenómenos y procesos físicos para el análisis de otros factores y condiciones físicas que afectan los resultados del experimento real, cuyo estudio y reproducción de forma objetiva, resulta difícil por las condiciones de realización del mismo, y por la naturaleza de los fenómenos, por ejemplo: en el estudio de la oscilación de un péndulo, la resistencia del aire; en el movimiento de rotación de una polea, la fricción con el eje; las trazas en la desintegración radiactiva de una muestra y otras.

La comprobación en el entorno virtual de la base de datos experimental real en el software habilitado para tales efectos y la contrastación de los resultados en ambos casos, tanto en la práctica de laboratorio real como en la virtual en el tratamiento del mismo fenómeno.

La autopreparación del contenido para la práctica de laboratorio real.

Una combinación de todas las posibilidades anteriores.

Una actividad de trabajo independiente relacionada con el contenido de la práctica real: labor investigativa.

La utilización de las prácticas de laboratorio virtual coordinadas con las prácticas de laboratorio real diseñadas por el modelo *COLAB*, no atenta contra el carácter social del proceso de formación, pues los alumnos interrelacionan con otras fuentes de información, el aprendizaje es colaborativo, no afecta la creatividad e iniciativa de

estos en cuanto a las habilidades manipulativas y destrezas en las opciones de selección de montajes experimentales y toma de decisiones, pues la utilizan para contrastar los resultados reales.

Las prácticas de laboratorio reales son insustituibles, no obstante, al combinarlas con las prácticas de laboratorio virtual, los resultados en el proceso formativo se incrementan al facilitar un completamiento de las habilidades intelectuales y profesionales exigidas en los Planes de Estudios de la carrera de Geología, como expresión de los intereses de la sociedad.

En el campo de las tecnologías educativas se encuentra actualmente una extraordinaria dimensionalización del concepto vigotskyano como instrumento del desarrollo cultural de los sujetos. Una concretización de cómo la implantación de estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puede llegar a incidir en la manera de actuar, relacionarse y de pensar la realidad.

## 2.7.- Conclusiones del Capítulo II.

La práctica de laboratorio diseñada y fundamentada por el modelo *COLAB*, a partir de la definición de las regularidades que caracterizan el proceso de formación de los alumnos de Geología y de los principios didácticos establecidos que norman su concepción y dinámica ideal del proceso de enseñanza-aprendizaje, compromete a los sujetos involucrados en el proceso (profesor y alumnos), con las exigencias del Modelo del profesional, fundamentalmente, con la ejecución de acciones propias del modo de actuación del ingeniero geólogo, facilitando además, una visión de la actividad profesional del especialista en Geología.

El modelo *COLAB* de práctica de laboratorio constituye un aporte teórico a la didáctica de la Física, al revolucionar la estructura metodológica de este tipo de clases desde la perspectiva de un proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para alumnos de la carrera de Geología, no propuesta ni fundamentada hasta el momento, resultando un instrumento teórico orientador para el profesor de Física que pretenda incursionar en el perfeccionamiento didáctico de este tipo de clase.

## CAPÍTULO III: LA METODOLOGÍA *COLAB* DE PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA.

---

## Introducción

La metodología propuesta provee al profesor de Física de un plan de orientación-acción con la secuencia lógica y etapas estructuradas, para dar respuesta al objetivo y problema de la investigación, dejando claro el rol que debe asumir el profesor dentro del proceso como facilitador y regulador del aprendizaje, y las orientaciones-acciones de los alumnos como investigadores noveles (Gil, D.; 1991), en las cuales se abocan a tareas de (re)construcción del saber científico, con una aproximación al modo de actuación profesional desde los primeros años de estudio, facilitando a los alumnos de Geología una visión general y orientación adecuada de su perfil ocupacional en esta etapa inicial de su formación, como exigencia del Modelo del profesional.

### 3.1.- Metodología *COLAB* para el profesor de Física.

La metodología propuesta tiene como objetivo orientar al profesor en cuanto al conjunto de acciones y procedimientos para materializar el proceso de enseñanza-aprendizaje regido por el modelo *COLAB*. Esta permite la dirección, organización y regulación (control) del proceso por etapas, con el objetivo de optimizar los resultados en el aprendizaje y desarrollo de los alumnos, a partir de la cual, el profesor concibe las diferentes acciones a realizar por los alumnos y elabora el conjunto de acciones que deberá seguir para vencer los objetivos de la actividad.

Las seis etapas que la componen responden a las partes esenciales consideradas en esta actividad: Parte Introductoria, Parte de Desarrollo y la Parte de las Conclusiones, destacando las cuatro etapas correspondientes a las acciones a ejecutar por parte de los alumnos y las cuatro fases de control y regulación del aprendizaje durante la materialización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Estas seis etapas son:

Parte Introductoria (Orientadora de la Investigación)

1.- Selección del contenido: Concepción del problema físico-geológico y elaboración del escenario.

2.-Orientación de la actividad (Primera Etapa): Información verbal y/o escrita del escenario y formación de equipos de trabajo.

3.- Planeación de la investigación (Segunda Etapa): Planteamiento de estrategias para la experimentación (Primera fase de control del aprendizaje).

Parte de Desarrollo (Ejecutora)

4.- Experimentación (Tercera Etapa): Implementación del modelo y método físico, según estrategia aprobada (Segunda fase de control del aprendizaje).

Parte Conclusiva (Control)

5.- Procesamiento y reporte de resultados (Cuarta Etapa): Procesamiento y contrastación de los resultados experimentales según conjeturas e hipótesis (Tercera fase de control del aprendizaje).

6.- Conclusiones: Exposición y comunicación de los resultados finales. (Cuarta fase de control final del aprendizaje y evaluación integral del cumplimiento de la actividad).

A continuación se describen las peculiaridades de cada etapa, en las cuales se manifiestan las regularidades y principios declarados para la materialización del modelo COLAB:

1.- Selección del contenido: Concepción del problema físico-geológico y elaboración del escenario.

Los resultados satisfactorios de esta primera etapa, responden a una correcta aplicación del Principio No.1 de la Contribución Profesional, para lo cual se hace una exploración en el Plan de estudio vigente de las disciplinas y asignaturas de Geología, para determinar cuáles emplean conocimientos de Física para explicar determinados procesos y fenómenos geológicos o en el empleo de métodos de diagnóstico o de investigación e incluso, habilidades de medición con instrumentos, cuyo principio de funcionamiento sea físico. Con la recopilación de información suficiente, se analiza cuál de esas disciplinas o asignaturas propician una situación en la que se identifique una magnitud física que pueda resultar objeto de medición en la práctica de laboratorio y si se puede materializar el proceso, a partir de los



recursos con que se cuentan en el centro o puedan crear los alumnos, por citar dos ejemplos:

I.- En la Disciplina de Geología Aplicada, la asignatura de Ingeniería geológica del cuarto año de la carrera, se encarga del estudio de los fundamentos geológicos para la construcción de carreteras en relieves de montaña, donde es característico encontrar diferentes tipos de rocas y la necesidad de determinar el peso que genera cada una sobre la superficie de falla y calcular el factor de seguridad del talud, lo que se realiza midiendo la densidad volumétrica del macizo rocoso, a partir de muestras obtenidas en la zona de estudio. Esta propiedad de la materia es objetivo de estudio de la asignatura Física I en el segundo semestre del primer año de la carrera dentro del ciclo de prácticas de laboratorio, con una actividad cuyo objetivo es: “La determinación de la densidad de cuerpos sólidos y líquidos”, pero se emplean cuerpos sólidos de forma geométrica regular. Esta situación dio la posibilidad de diseñar una práctica de laboratorio, donde los alumnos de Geología indagan sobre posibles modelos y métodos físicos para medir la densidad de dos muestras de rocas y/o minerales, integrando contenidos de la asignatura de Mineralogía al proceso, asignatura que reciben en ese mismo año, por lo que se da la cobertura de la coordinación con el docente.

De enseñanzas precedentes los alumnos conocen de esta magnitud y métodos para medirla y resulta fácil concebir los recursos necesarios que pueden construir como por ejemplo, la vasija de derrame. Se familiarizan además, con el empleo de las balanzas hidrostáticas, las probetas, balanzas técnicas y el picnómetro. Durante la práctica se enfrentan a otros problemas, como es la porosidad de las muestras, que altera la densidad real y eleva el grado de dificultad de la actividad.

II.- A la Disciplina Geofísica pertenece la asignatura Gravimetría del tercer año de la carrera. En ella se estudian los métodos de prospección gravimétrica y emplean un instrumento llamado gravímetro para medir la magnitud física “aceleración de la gravedad”, una magnitud que se estudia en la asignatura Física I del segundo semestre de primer año, en la descripción del campo físico gravitatorio, destinando una práctica de laboratorio cuyo objetivo es: “Determinar la aceleración de la gravedad en el laboratorio”, solo con el empleo del Péndulo Simple. Ello facilitó el diseño de una práctica de laboratorio para determinar el gradiente de potencial

gravimétrico, midiendo el valor absoluto de la aceleración de la gravedad. Durante el proceso surgen otros problemas como el de determinar la altura que media entre cada punto y la influencia del aire.

Este contenido es conocido de enseñanzas precedentes, tanto en secundaria básica (Octavo grado), como preuniversitaria (Décimo grado), por lo que algunos modelos físicos, así como el método físico para el tratamiento de la magnitud a medir, la aceleración de la gravedad, también es conocido. Este contenido ha sido propuesto teniendo en cuenta además, la objetividad de la existencia de los recursos materiales mínimos para el diseño experimental y la ejecución de las mediciones en los laboratorios de Física de la Universidad, en otros centros de producción o de investigación o en las zonas seleccionadas fuera de la Universidad.

2.- Orientación de la actividad (Primera Etapa): Información verbal y/o escrita del escenario y formación de equipos de trabajo.

Como se ha dicho en otro momento, la orientación juega un papel decisivo en cualquier actividad humana, en particular, durante el aprendizaje. De cuán efectiva sea la orientación dependerá si se produce un aprendizaje memorístico o desarrollador. La orientación debe propiciar que la actividad de aprendizaje se erija en una unidad subjetiva del desarrollo personal. (Bernaza, G.; 2000)

Se presenta en el aula el escenario con la situación problemática como punto de partida del proceso de aprendizaje, empleando una conversación heurística que propicie, en un clima favorable, la participación y la manifestación de las fuerzas internas del grupo, a través de tormentas de ideas, reflexiones, conjeturas y criterios, a partir de lo cual se especule y surjan las propuestas de los modelos y métodos físicos, es decir, las diferentes soluciones que satisfagan el estudio del Campo físico en cuestión (objeto de estudio), por medio del comportamiento de la magnitud física a medir (campo de acción). La propuesta de varios modelos físicos facilita la creación de los diferentes grupos de trabajo con un mismo fin, pero desde perspectivas diferentes, expresado en el Principio No.2 que norma la Dinámica Profesional. Tal situación es común en la vida laboral de los geólogos en cualquier exploración, prospección o evaluación, donde tienen que contrastar diferentes soluciones para tomar decisiones en la explotación de los recursos geológicos.

Si el escenario se propone de forma escrita se utiliza la vía impresa o la digital, a través de las vías de comunicación que facilitan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y ya se deben haber formado los grupos de trabajo, con la asignación a cada grupo del modelo físico a utilizar o que hayan seleccionado.

Se coordina un encuentro para brindar las orientaciones pertinentes de cómo conducirse en el proceso. La vía verbal ha dado mejores resultados, es más productivo, pues todos escuchan los criterios de cada cual y se estimula la participación y la diversidad de ideas.

Los grupos de trabajo se forman previo análisis con los alumnos, dirigido a lograr la heterogeneidad en cuanto a: sexo, nacionalidad, procedencia académica precedente (IPUEC, IPVEC, Concurso, Orden 18 (FAR), Tecnológicos y extranjeros) y otras particularidades personológicas de interés. Se organizan los equipos compuestos de tres a cinco alumnos máximo (número impar de integrantes para que prime el consenso de la mayoría en la toma de decisiones), dando la oportunidad a estos, que por afinidad los creen, pero con la particularidad de grupo heterogéneo y que satisfaga los intereses del profesor.

Se explican las características académicas y organizativas fundamentales del modelo de práctica de laboratorio a desarrollar y la conducta de investigador a asumir en el tránsito por las diferentes fases de un proceso de investigación científica, fundamentalmente en la primera fase por la complejidad de las tareas, como la recopilación de la información al indagar en las fuentes concebidas, que deben destacar como requisito esencial en toda investigación y se orienta la elaboración de las respectivas fichas bibliográficas en las que aparece la información científico-técnica utilizada. En este sentido, el docente orienta cómo proceder y a dónde dirigirse, para lo cual ha resultado muy positivo la coordinación con el personal especializado de los centros de información científica y bibliotecas del centro u otras de la provincia y del país, a donde los alumnos se dirigen a consultar la información orientada y reciben el asesoramiento de este personal.

Se describe cómo se procederá en la regulación del aprendizaje en cada fase evaluativa de la práctica de laboratorio, tanto individual como colectiva, en la que deben vencer cuatro fases.

Ha resultado muy práctico crear un Grupo de contacto con las direcciones electrónicas de los alumnos para dejar lista las posibilidades de intermediación entre profesor y alumnos. El servicio asincrónico correspondiente a la comunicación

indirecta, fortalece el Aprendizaje Colaborativo y facilita las consultas no presenciales, necesarias para el intercambio y la orientación sistemática, como parte de la manifestación de la interdependencia positiva y la responsabilidad individual en el desarrollo del proceso, elementos básicos del Aprendizaje Colaborativo.

3.- Planeación de la investigación (Segunda Etapa): Planteamiento de estrategias para la experimentación. (Primera fase de control del aprendizaje).

Lograr un nivel adecuado de expresión oral y escrita en un graduado universitario es uno de los objetivos educativos declarados en el Modelo del profesional de Geología y se propicia, a través de la exposición de los fundamentos teóricos de la actividad, como consenso de la colaboración de cada miembro en un primer encuentro entre el profesor y el grupo, mostrando por escrito los resultados obtenidos, estos son: la formulación del problema identificado, el objeto de estudio, los objetivos de la actividad, los contenidos precedentes para su solución, y en cuáles hubo necesidad de buscar ayuda, las conjeturas sobre las posibles soluciones evaluando el comportamiento de los campos físicos en el medio geológico, la propuesta de diseño experimental para su constatación y la estrategia prevista para la experimentación, la descripción de la modelación física y la ecuación de trabajo, donde precisamente están las magnitudes objeto de medición directa o indirecta para la obtención de la base de datos experimental.

Considerada dentro del modelo la etapa de mayor relevancia por su contenido y por ser donde el profesor valora el grado de significación de la actividad para los alumnos. Es donde asegura la reactivación cognitiva y afectiva de estos, así como la continuidad del proceso y los alumnos muestran el carácter asimilado de las acciones propias de su modo de actuación profesional y del proceso de investigación científica correspondiente. De acuerdo con los resultados, se orienta continuar con el proceso de investigación, sí y solo sí, todo está en regla. El profesor percibe aspectos relevantes como la comunicación clara, liderazgo, solución de conflictos, toma de decisiones, conocimiento mutuo, aceptación de cooperantes, las relaciones interpersonales y estrategias de aprendizaje, aliento mutuo y la retroalimentación, como características del Aprendizaje Colaborativo, observando además, cómo orientan los intereses individuales en función de las necesidades

sociales, como actuación fundamental del ingeniero geólogo y ,en función de ello, brindar orientaciones y sugerencias.

Se escuchan y debaten, a través del diálogo, los criterios del diseño y las necesidades cognitivas y de recursos del equipo de trabajo, para juntos (profesor-alumnos) llegar a un consenso de operacionalización de las conjeturas formuladas. Esta confrontación facilita al profesor hacer la corrección, la retroalimentación y el control del aprendizaje, a través de la metacognición con la introducción de lo problemático. Se sigue insistiendo en cuál debe ser la conducta del investigador y, sobre todo, en un equipo de investigación. Se induce a valorar (evaluar) la continuidad del proceso posterior a los señalamientos, sugerencias y correcciones.

Se emplea la comunicación asincrónica como control de lo señalado y hasta tanto no vuelvan a presentar la planeación de la actividad, prefijando de antemano la fecha del próximo encuentro, debido a insuficiencias que afectan la continuidad del proceso.

El lenguaje es el "recurso mediador" por excelencia entre el marco sociocultural y la persona en proceso de formación, garantizado en el modelo *COLAB* dada la constante y sistemática interacción con los alumnos en el seguimiento de cada una de las actividades que van realizando, en la retroalimentación y corrección del aprendizaje.

4.- Experimentación (Tercera Etapa): Implementación del modelo y método físico, según estrategia aprobada. (Segunda fase de control del aprendizaje).

Se constatan las conjeturas emitidas en la etapa anterior con el modelo físico seleccionado y el diseño experimental convenido y elaborado, se obtiene la base de datos experimental a partir de las mediciones correspondientes de las magnitudes físicas medidas directa o indirectamente, relativas a la ecuación matemática de trabajo derivada de la aplicación de los métodos físicos identificados para el objeto de estudio. Las mediciones se realizan en el laboratorio de Física de la Universidad, laboratorio de investigación, centro de producción u otros lugares escogidos por los alumnos o sugeridos por el profesor, en dependencia de la complejidad del modelo físico y diseño experimental, expresada en la instalación, la transportación y las condiciones de trabajo.

Durante el acto de la medición, el profesor u otro personal encargado deberá estar presente para controlar y regular el desarrollo de la actividad, interviniendo solo en caso de extrema necesidad para corregir algún error en la manipulación de los instrumentos y en las mediciones o para continuar introduciendo lo problemático (preguntas o situaciones problemáticas), creando conflictos cognitivos que lleven a los alumnos a reafirmar o dudar de los resultados obtenidos, lo que puede dar lugar a que surjan nuevos problemas a resolver o evitar errores que afecten la continuidad del proceso. Se recurre a la metacognición como recurso para impregnar en los alumnos un espíritu de autosuperación constante y el no conformismo.

Etapas a cumplirse en el período establecido e igualmente se evalúa el desempeño y aportes del trabajo individual y colectivo.

5.- Procesamiento y reporte de resultados (Cuarta Etapa): Procesamiento y contrastación de los resultados experimentales, según conjeturas e hipótesis. (Tercera fase de control del aprendizaje)

Actividad fundamental del profesional de la carrera de Geología: la contrastación.

En esta etapa se orienta la contrastación de los resultados experimentales reales con los obtenidos al procesarlos en el software didáctico de la práctica de laboratorio virtual relacionado con el tema, interpretando el comportamiento del objeto de estudio y de las magnitudes físicas asociadas, al simular el proceso con condiciones físicas más complejas no permisibles en condiciones reales. Se contrastan los resultados, con bases de datos registradas por el profesor y con los resultados que han obtenido sus compañeros con otros modelos en los demás equipos de trabajo.

La participación del grupo en el procesamiento de la información, constituye un elemento básico del Aprendizaje Colaborativo. Los miembros realizan procesos de reflexión sistemática de grupo y evaluación de su funcionamiento para el cumplimiento de los objetivos de la actividad, que comunican de forma sistemática, tanto directa como indirecta, en el análisis y discusión de los procedimientos empleados en el procesamiento e interpretación de los resultados experimentales. Se orienta a los alumnos en cuanto a la estadística y software a utilizar en el tratamiento de los errores.

Es la etapa donde los alumnos se pueden percatar que la conjetura inicial se ha convertido en una hipótesis, que puede conllevar a la revalorización de los

procedimientos aplicados e incluso a la reconsideración del modelo y método físico empleado, para dar cumplimiento al objetivo de la práctica de laboratorio.

Se orienta a los alumnos los elementos básicos o generales que deben estar presentes en el informe conclusivo de la actividad, así como en la exposición y comunicación de los resultados, empleando los recursos tecnológicos disponibles.

Se realiza una valoración de los argumentos presentados por los alumnos y el consenso final del grupo de trabajo, y el profesor decide si el grupo está listo para exponer al resto de sus compañeros y especialistas invitados, de lo contrario se hacen las sugerencias y se planifica un próximo encuentro.

6.- Conclusiones: Exposición y comunicación de los resultados finales. (Cuarta fase de control final del aprendizaje y evaluación integral del cumplimiento de la actividad)

Es la etapa final de todo proceso de investigación, como cuando el ingeniero geólogo expone los resultados y describe la metodología de proyección de los trabajos de prospección y exploración geológica.

Se coordina una sesión plenaria en la que participan todos los miembros de cada equipo, donde cada grupo de trabajo realiza la rendición de cuenta de los resultados de la investigación, similar a como actúan los geólogos a la hora de informar a los clientes para decidir la explotación o no del recurso de la corteza terrestre objeto de estudio. De esta manera, se facilita el debate a partir de la descripción general del proceso de investigación científica ejecutado. El equipo entrega por escrito un informe que cumpla con los requisitos de un proyecto de investigación, auxiliándose además, de los medios técnicos necesarios (computación, diseño experimental y otros que consideren) que reflejen la calidad y científicidad del trabajo desplegado por el colectivo.

Durante la actividad se manifiestan las tensiones psíquicas de dudas sobre cómo saldrán en esta etapa, sienten lo que todo investigador a la hora de que otros escuchen y valoren sus resultados.

Es una etapa donde los alumnos tienen la oportunidad de la contrastación de los resultados obtenidos con cada modelo físico y de los métodos físicos utilizados en cada caso, cada equipo de trabajo podrá valorar y opinar sobre cuál es mejor, más eficiente o si en definitiva no tiene sentido su posible generalización y aplicación en otras situaciones que puedan darse en la Geología, otras ciencias o en la vida

cotidiana, con probabilidad de que aparezcan nuevos problemas que permita reiniciar el ciclo de investigación.

El profesor realiza una valoración integral del trabajo, tanto en el aspecto individual como del grupo, a partir de los controles parciales realizados en cada una de las fases y almacenados en la memoria individual y grupal, emitiendo una calificación numérica totalizadora, que incluye la exposición final en la que se evalúa la calidad de presentación del trabajo y la originalidad. Se resaltan los aspectos positivos y negativos, posterior a la exposición de cada equipo, y al concluir todos los grupos, destacar cuál fue el mejor equipo, explicando porqué y cuáles fueron las mayores insuficiencias detectadas en sentido general.

Se brinda la oportunidad a los alumnos de expresar sus vivencias respecto a los aportes de la actividad a su aprendizaje, a su formación profesional y a otros aspectos que considere.

### 3.2.- ¿Cómo proceder para la aplicación de la metodología *COLAB*?

Para facilitar una mejor comprensión de la aplicación de la metodología *COLAB* se han concebido tres momentos esenciales de la práctica de laboratorio: Antes, Durante y Después, tanto para las orientaciones del profesor como para la orientación-acción de los alumnos, tomando en ambos casos como referencia la experimentación (Durante) como el aspecto fundamental, que distingue a la práctica de laboratorio de otras formas de enseñanza.

A continuación se describe la metodología propuesta para el profesor, la cual lo orienta sobre cuáles acciones realizar y la conducta a asumir, con el objetivo de lograr una adecuada dirección y control del proceso de enseñanza-aprendizaje:

“Antes”: Incluye desde la concepción de la actividad, la selección del contenido, identificación del problema físico-geológico a resolver con el proyecto de un escenario y la preparación de las orientaciones-acciones de los alumnos tanto verbal o escrita, donde se prevé además, la cantidad de modelos físicos para la formación de equipos de trabajo.

“Durante”: Es la etapa Introductoria y de Desarrollo (Ejecutora) de la práctica de laboratorio e incluye desde la presentación del escenario de actuación a los



alumnos, a partir del cual realizan la Planeación de la investigación (Primera fase y Regulación del aprendizaje), hasta dejarlos listos con la base de datos experimental, cumpliendo con la Segunda fase (la experimentación) de la implantación del modelo físico y se realiza la Segunda fase de la regulación del aprendizaje.

“Después”: Corresponde a la Tercera y Cuarta fase del modelo *COLAB*: el Procesamiento de la base de datos experimental, a partir de la cual se realiza la contrastación de los resultados experimentales (Tercera regulación del aprendizaje) y las Conclusiones. Se evalúa la presentación del informe y la exposición de los resultados (Cuarta regulación del aprendizaje). Se realiza la evaluación integral del cumplimiento de la actividad.

A partir de esta concepción metodológica el profesor elabora una similar para los alumnos, con un conjunto de orientaciones/acciones/operaciones, que conllevan a la ejecución de acciones del modo de actuación del ingeniero geólogo, cuya estructura posee los tres mismos momentos esenciales, para que las orientaciones dadas dinamicen el proceso como se ha concebido en el modelo *COLAB*, pero sin que ello constituya una receta de cocina, solo se facilitan las orientaciones generales de las etapas y las acciones que deben ir ejecutando para su cumplimiento, así se tiene que para el alumno:

“Antes”: Recibe el escenario de actuación, donde identifica y formula el problema físico-geológico que genera la investigación, propone el modelo físico a utilizar y se integra a un grupo de trabajo. Esta etapa concluye con el cumplimiento de la Primera fase de Planeación de la investigación con la regulación del aprendizaje.

“Durante”: Corresponde a la etapa de Desarrollo (Ejecutora) de la práctica de laboratorio, la Experimentación (Segunda fase) en la cual implementan el modelo físico y se realiza la segunda regulación del aprendizaje. Etapa donde se obtiene la base de datos experimental.

“Después”: Se desarrolla la Tercera fase del modelo *COLAB*, correspondiente al Procesamiento de la base de datos experimental, a partir de la cual se realiza la contrastación de los resultados experimentales y se realiza la Tercera regulación del aprendizaje. Elaboran el informe y la exposición de las Conclusiones, Cuarta fase y regulación final del aprendizaje y evaluación integral del cumplimiento de la actividad.

A continuación se describen las principales acciones que contienen las metodologías propuestas para el profesor y para los alumnos, en un orden consecutivo que organiza el proceso:

Metodología a seguir por el profesor para la aplicación del modelo COLAB.

Momentos esenciales	Acciones del profesor
ANTES	<p>Planificar la ejecución de la práctica de laboratorio en el horario docente.</p> <p>Seleccionar el contenido de la práctica de laboratorio con la aplicación del Principio de la Contribución Profesional. Concepción y elaboración del escenario de actuación adecuado, donde se identifique un problema, un campo físico y la magnitud física a medir, y se estimule la necesidad del aprendizaje.</p> <p>3. Prever los posibles modelos físicos y los recursos materiales y humanos que pudieran proponer o necesitar para la actividad.</p> <p>4. Preparar la información (Orientaciones-Guía) preliminar para los alumnos y prever el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como fuente de información y procesamiento, y mediadoras del aprendizaje.</p>
DURANTE (Introducción y Desarrollo de la Actividad)	<p>Presentar el escenario en el aula, preferentemente, de forma verbal y abierta con la presencia del mayor por ciento de los alumnos y en conjunto identificar cuál es el problema a resolver, el campo físico objeto de estudio y la magnitud física a medir, como el campo de acción del proceso de la investigación y objetivo de la actividad.</p> <p>Orientar la propuesta de modelos físicos que permitan medir la magnitud física identificada en el problema.</p> <p>7. Crear los grupos heterogéneos de trabajo por modelo físico propuesto, de acuerdo con las características de los alumnos, específicamente: Procedencia académica, sexo y nacionalidad, y se orienta cómo debe ser desarrollado el trabajo en grupo de forma colaborativa.</p> <p>8. Orientar al grupo de trabajo la identificación de los conocimientos y habilidades que poseen y los que necesitan para proceder con el desarrollo de la actividad.</p> <p>9. Rendición de cuenta individual por correo electrónico u otras vías de comunicación, para reportar el estado del proceso.</p>

<p>DURANTE (Introducción y Desarrollo de la Actividad)</p>	<p>10. Planificar encuentro con el grupo de trabajo para valorar la preparación de los miembros y estados afectivo-cognitivo-volitivo, al escuchar las respuestas y propuestas en cuanto a: orientación de intereses individuales en función del colectivo, aportes a las conjeturas, diseño experimental y construcción del modelo físico para la constatación, a partir del método físico aplicado y las mediciones a realizar de las magnitudes obtenidas de la ecuación de trabajo. Control del procesamiento de la información obtenida. Etapa de Planeación de la investigación (Primera fase y Regulación del aprendizaje).</p> <p>11. Comunicar y hacer cumplir las normas de seguridad, protección y organización en su puesto de trabajo o zona de mediciones.</p> <p>12. Valorar los conocimientos y las habilidades manipulativas y de medición con equipos e instrumentos durante la implementación del modelo físico, como parte de la Segunda fase (la experimentación) en la cual, se realiza la Segunda regulación del aprendizaje). Corregir errores.</p> <p>13. Introducir lo Problemático en la experimentación, de manera que los alumnos consoliden y acepten sus resultados o se creen nuevas expectativas, identificando nuevos problemas.</p> <p>14. Inducir a una valoración metacognitiva.</p> <p>15. Escuchar criterios y sugerir sobre cómo procesar los datos experimentales y elaboración del informe técnico. Sugerir el empleo del software facilitado en los laboratorios virtuales de Física, si está simulado el modelo físico tratado para contrastar resultados.</p>
<p>DESPUÉS (Parte conclusiva de la actividad)</p>	<p>16. Establecer un horario de encuentro con cada grupo de trabajo para valorar el procesamiento de la base de datos experimental y la contrastación de los resultados experimentales (Tercera fase y regulación del aprendizaje), respecto a las conjeturas realizadas y con otras bases de datos existentes. El estado de confección del informe técnico, corregir errores y proponer soluciones.</p>

<p>DESPUÉS (Parte conclusiva de la actividad)</p>	<p>Establecer períodos para consultas sincrónicas o asincrónicas por las vías de comunicación establecidas con vistas a la preparación de la etapa de comunicación oral.</p> <p>Introducir lo problemático durante la consulta, dirigido al convencimiento y/o reafirmación del contenido asimilado en la actividad respecto al grado de aplicación y generalización en su profesión y vida diaria, donde surgen nuevos problemas.</p> <p>Defensa y discusión del informe técnico oral y escrito con el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la valoración de los software utilizados. (Cuarta fase y regulación del aprendizaje y evaluación integral del cumplimiento de la actividad.</p> <p>Inducir a la valoración metacognitiva y a identificar la relación Ciencia Tecnología y Sociedad, para modificar creencias, actitudes y concepciones sobre el trabajo científico, a partir de la contrastación de los resultados logrados y experiencias con la aplicación de los diferentes modelos y métodos físicos, y su real operatividad en el terreno, aplicación y generalización a otras situaciones en la vida cotidiana y laboral, como en otras ciencias.</p> <p>Emitir una calificación cualitativa y cuantitativa de la práctica de laboratorio integralmente y dar una evaluación individual y colectiva.</p>
---	---

De esta metodología se obtiene la concepción y elaboración del plan de clase del profesor para la práctica de laboratorio, en el cual está implícita la guía de orientaciones para el alumno, dirigidas al cumplimiento de los objetivos de la actividad, por esta razón, se brinda a continuación el complemento metodológico para el alumno, a través del cual se orienta, regula su aprendizaje, se retroalimenta y autoevalúa su conducta en toda la actividad, dada la responsabilidad en el desempeño de cada etapa y las acciones a realizar para el éxito de la misma. Es un documento que debe ser del conocimiento del alumno.

Metodología para los alumnos en la ejecución del modelo *COLAB*.

Momentos	Orientaciones/Acciones del alumno
----------	-----------------------------------

esenciales	
ANTES	<p><b>Primera Etapa: Orientación de la Investigación</b></p> <p>Recibir la información preliminar que corresponde al escenario de actuación con la situación problemática a resolver, así como la metodología elaborada para la realización de este tipo de práctica.</p> <p>Participar de forma activa y entusiasta en la identificación y formulación del problema, del campo físico objeto de estudio y del campo de acción correspondiente a la magnitud física a medir.</p> <p>Ser miembro de un grupo de trabajo y colaborar.</p> <p>Participar activamente y con valentía en la exposición de conjeturas sobre lo que considere debe hacerse y cómo.</p> <p>Identificar los conocimientos y habilidades que posee para la solución del problema y describir cuáles considera que pudiera necesitar. Se distribuyen las tareas.</p> <p>Enunciar los objetivos de la actividad.</p> <p>Indagar en fuentes de información y posterior a su procesamiento, valorar de nuevo el problema, el objeto y el objetivo formulados.</p> <p>Registro de las fuentes de información: Confección de las fichas.</p> <p>Indagar cómo se procede.</p> <p><b>Segunda Etapa: Planeación de la Investigación</b></p> <p>Proponer un diseño experimental para la constatación de las conjeturas, la forma de realizar las mediciones de la magnitud física identificada, para lo cual propone el modelo físico que lo facilite.</p> <p>Responder a los contactos del profesor. Mantener la comunicación por el correo electrónico y otras vías e identificar lo problemático en la situación dada, haciendo un diagnóstico situacional.</p> <p><b>Primera fase de control del aprendizaje</b></p> <p>Asistir y participar con el grupo de trabajo en el encuentro con el profesor para valorar, en diálogo abierto, el cumplimiento de las dos etapas en esta parte introductoria de la actividad, fundamentalmente:</p>

ANTES	<p>Diseño experimental con una propuesta del modelo construido en primera aproximación, las mediciones y los procedimientos, a partir del método físico aplicado.</p>
DURANTE	<p>Tercera Etapa: Experimentación (implementación del modelo físico)</p> <p>Desarrollar el experimento en la zona seleccionada, desplegando el conjunto de acciones y operaciones propuestas en el diseño de constatación de las suposiciones o conjeturas consensuadas entre los miembros del grupo de trabajo y el profesor.</p> <p>Comprobar con sus conocimientos si el comportamiento de las magnitudes medidas y resultados parciales reflejan el posible cumplimiento de las conjeturas enunciadas en el diseño. Prever resultados.</p> <p><u>Segunda fase de control del aprendizaje</u></p> <p>Mostrar al profesor la base de datos experimental y responder cuestiones relacionadas con los resultados. Discutir sugerencias y/u orientaciones dadas por el profesor.</p> <p>Cumplir con las normas de protección e higiene en su puesto de trabajo o zona de mediciones, así como la conservación del medio ambiente donde corresponda.</p> <p>16. Recibir sugerencias y/u orientaciones para el procesamiento de los datos experimentales y elaboración del informe técnico. Uso de software y otros utilitarios de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.</p>
DESPUÉS	<p>Cuarta Etapa: Procesamiento y reportes</p> <p>Procesar e interpretar los resultados experimentales, a partir de lo cual se realiza la contrastación de los resultados experimentales.</p> <p>Emplear el software facilitado en los laboratorios virtuales de Física, si está simulado el modelo físico tratado.</p> <p>Tercera Fase de control del aprendizaje</p> <p>Participar con el grupo de trabajo en el encuentro planificado con el profesor, donde muestra, discute y defiende los resultados del punto anterior (17).</p> <p>Indagar y/o solicitar sugerencias para la elaboración del informe final,</p>

DESPUÉS	<p>¿qué y cómo se deben reportar los resultados de una investigación científica?</p> <p>Consultar con el profesor y otras fuentes de información.</p> <p>Elaborar por escrito el informe técnico con el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, siguiendo la metodología del informe de un proyecto de investigación.</p> <p>Mostrar al profesor la primera versión del informe para ser revisado y escuchar sugerencias antes de ser presentado.</p> <p>Cuarta fase de control del aprendizaje</p> <p>Comunicar resultados finales en la presentación del informe en sesión plenaria ante el resto de sus compañeros y equipos de trabajo e invitados, con el deber de responder preguntas de los participantes.</p> <p>En este acto recibe la evaluación del proceso.</p> <p>24. Hacer una valoración de lo aprendido en el orden personal y colectivo, de acuerdo con la significación y utilidad de la actividad para su formación profesional.</p> <p>25. Exponer criterios sobre la utilización de los diferentes modelos y métodos físicos empleados para contribuir a la solución del problema y su real operatividad en el terreno, aplicación y generalización a otras situaciones en la vida cotidiana y laboral como en otras ciencias, a partir de la contrastación de los resultados logrados y experiencias vividas durante el proceso, así como con bases de datos existentes en la literatura especializada en otros lugares del planeta.</p> <p>26. Recibir calificación integral de todo el proceso ejecutado en la práctica de laboratorio.</p>
---------	---

Como se ha expresado, esta metodología debe ser del conocimiento y dominio de los alumnos para que autorregulen su aprendizaje y dinamicen el cumplimiento de las diferentes acciones encomendadas en cada etapa, para ello se ha esquematizado en el Anexo No.34 y ambas, constituyen un documento didáctico y normativo para la aplicación del modelo *COLAB* a las prácticas de laboratorio de Física y, por tanto, deben tener libre acceso a ellos de forma impresa como digital.



### 3.3.- Ejemplo de aplicación de la metodología COLAB de práctica de laboratorio de Física I.

Como los diferentes modelos físicos seleccionados convergen en la solución de un mismo problema, las orientaciones y dirección del proceso coinciden para cada grupo de trabajo, regidas por la misma metodología, excepto en las particularidades del método físico aplicado al sistema considerado en cada modelo, por esta razón, no se hará distinción de cuál modelo se trata cuando no se considere necesario y se seguirá el orden establecido en la metodología propuesta para el profesor, resaltando la conducta y acciones a realizar por los alumnos.

1.- La práctica de laboratorio de ejemplo es la cuarta ubicada en el sistema de prácticas de laboratorio de Física I, teniendo en cuenta que otras prácticas han de contribuir en conocimientos y habilidades a su desarrollo.

2.- El contenido seleccionado corresponde al estudio del Campo Gravitatorio como objeto de estudio y la aplicación de la Ley de Gravitación Universal, la cual facilita el análisis e interpretación de los cambios de la magnitud de esta fuerza de atracción gravitatoria en las diversas partes de la corteza terrestre, que son las anomalías gravitacionales relacionadas con los cuerpos geológicos, lo cual informa de la existencia de yacimientos. Tal situación físico-geológica, permitió concebir el siguiente escenario:

“Usted es miembro de un equipo multidisciplinario que se encuentra explorando una zona en búsqueda de yacimientos de petróleo y en un momento crucial de la prospección gravimétrica se avería el instrumento, pero deben continuar con las mediciones para informar sobre los resultados. No hay posibilidades de reposición del instrumento, por tanto, tienen que recurrir a alternativas que faciliten la medición de la magnitud física en estas investigaciones y sus cambios relativos.”

Dada esta situación, el problema profesional identificado y formulado correspondería a la necesidad de continuar la búsqueda de petróleo en la zona donde se realiza la prospección gravimétrica y la magnitud física a medir, la aceleración de la gravedad,

como el campo de acción y objetivo de la práctica de laboratorio, pero con el empleo de modelos y métodos físicos.

El escenario propicia cierto valor agregado en el aprendizaje de la Física, por cuanto tiene implícito un contenido de la asignatura Geofísica I, específicamente, de Gravimetría, que los alumnos reciben en el primer semestre del tercer año de la carrera, donde se retoma el estudio del Campo Gravitatorio de la Tierra (Anexo No.25) y se enseñan los métodos de investigación geofísicos como la Prospección Gravimétrica para la búsqueda de yacimientos minerales y de petróleo, con el empleo del instrumento nombrado “Gravímetro”, para medir la aceleración de la gravedad.

Es un contenido clásico en la enseñanza de la Física (de la Mecánica Newtoniana), impartido en 8<sup>vo</sup> y 10<sup>mo</sup> grados, y desde entonces, conocen las consecuencias del fenómeno gravitatorio sobre los sistemas mecánicos, así como medir o calcular la magnitud de esta fuerza causante de la variación del estado movimiento y de las deformaciones, como pueden ser: el estudio de la Caída Libre, el movimiento oscilatorio del Péndulo Simple, el movimiento de Proyectiles y las oscilaciones de un Sistema Cuerpo-Resorte, a través de los cuales pudiera medirse la aceleración de la gravedad, pero solo en dos de ellos (Caída Libre y Péndulo Simple) han realizado prácticas para medir esta magnitud física como consecuencia de los cambios del estado de movimiento provocados por la interacción gravitatoria.

La actividad consiste en determinar y comprobar el valor del gradiente potencial gravimétrico vertical en la zona seleccionada, pero empleando métodos y modelos físicos para medir el valor absoluto de la aceleración de la gravedad y calcular la altura que medie entre los puntos donde fue medida, ya sea, una edificación o montaña, aspecto este que constituye otro problema a resolver por los alumnos y donde pueden mostrar creatividad.

3.- Se prevén modelos físicos como: el Péndulo Simple, Caída Libre, Máquina de Atwood, Sistema Cuerpo-Resorte, el Plano Inclinado, el Método de la Cazuela y otros, donde la interacción gravitatoria sea la causa principal de la variación del estado de movimiento en el sistema y pueda obtenerse la aceleración de la gravedad, como magnitud dependiente en una expresión matemática, al aplicar métodos físicos de solución a los sistemas mecánicos, como resultan el Método

Dinámico y el Método Energético, a través de la aplicación de las Leyes de la Mecánica Clásica y las Leyes de Conservación.

Se acepta cualquier otra propuesta, si es viable la medición directa de las magnitudes físicas y si los recursos necesarios son posibles. No se limita el espíritu de investigador y de creatividad, el resultado numérico final de la magnitud física en cuestión no es determinante en la evaluación, solo interesa todo el proceso de llegar a él y el análisis de dicho valor al compararlo con el real.

A partir de esta actividad los alumnos interactúan con contenidos propios de la especialidad desde el primer año de estudio, con la literatura y centros especializados en información y el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, con sus futuros profesores, alumnos de años superiores y especialistas de la producción e investigadores.

4.- Se elabora una guía con la mínima información preliminar y se coloca en la red de la universidad (Intranet, Microcampus), desde inicios del curso escolar, como parte del sistema de prácticas de laboratorio, compuesta de los siguientes aspectos:

Título: PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 4 PARA GEÓLOGOS.

Asignatura: FÍSICA I.

Tema: MECÁNICA.

### Introducción

Todos aquellos que han observado la caída de un cuerpo en cualquier punto de la Tierra, conocen la existencia de una fuerza de atracción hacia su centro y gracias a los descubrimientos del eminente físico Isaac Newton (1642-1727) y a la formulación de su Ley de Gravitación Universal, se explica su origen, conociéndose en la actualidad como otra de las interacciones físicas existentes en la naturaleza (La interacción Gravitatoria).

La magnitud de esta atracción depende de la estructura geológica de la Tierra, de la composición de la corteza terrestre y de otros factores, entre los que se encuentra su forma geométrica, que influye en la magnitud de la intensidad el Campo Gravitacional Terrestre, medio material encargado de tales interacciones, específicamente en su superficie y a alturas relativamente pequeñas.

Por esta razón, en las diversas partes de la corteza terrestre se crean desiguales fuerzas de atracción, revelándose perturbaciones de este campo en su distribución

normal, que son las anomalías gravitacionales relacionadas con los cuerpos geológicos, provocando sobre estos diferentes aceleraciones en la corteza terrestre. Estas manifestaciones facilitaron el surgimiento de la Gravimetría como otro método (muy productivo y económico) dentro del denominado Complejo de Métodos Geofísicos para estudiar la estructura geológica y la búsqueda de yacimientos aplicable en dos direcciones específicas:

- 1.- Estudio de la variación de la fuerza de gravedad y
- 2.- Medición de la velocidad (gradiente de potencial gravimétrico vertical) de variación de esta fuerza.

La práctica de laboratorio consiste en encontrar una solución a la situación presentada en el siguiente escenario, el cual puede darse en la vida real y usted ser uno de los miembros de ese equipo de investigación, para lo cual, debe orientarse por la metodología elaborada:

Escenario: Expuesto con anterioridad en el punto 2.

-----fin de las orientaciones-----

De acuerdo a la complejidad del contenido, se sugieren fuentes de información, a consultar, por citar algunas:

Delgado, R. (1990). Gravimetría. Editorial Pueblo y Educación. Clasif. 55-855.

Halliday, D., et al. (1994). Física para alumnos de Ciencias e ingeniería. Vol.1, Tomo 2. Cuarta Edición. Cap. 15 y 16. Clasif. 53-308.

Colectivo de Física. (1976). Prácticas de laboratorio de Física I y II. Edición I.S.C.A.H. Clasif. 53-365.

Portuondo, R. (1988). Procesamiento de Datos Experimentales. Universidad de la Habana.

Otras fuentes (impresas o en formato digital, Intranet (Microcampus, Sitios FTP de Física y Geología) e Internet, que deberán reflejar en el informe técnico.

Obsérvese la presencia de elementos históricos de la Física y de la Geología, para ubicarlos en el contexto de la actividad y la consideren significativa, útil y sientan la necesidad de solucionar el problema identificado del escenario, y dar inicio al proceso de investigación científica, según metodología para el alumno.

Se establecieron coordinaciones con la biblioteca de la universidad y otros centros de Información Científico Técnica, para la atención de estos alumnos al visitar el lugar, precisando además, la capacitación de cómo conducirse en la búsqueda de la información y cómo reportarla en el informe de una investigación científica.

5.- La práctica de laboratorio se orienta al impartirse el contenido relacionado con los tipos de Fuerzas de la Naturaleza y los campos físicos de interacción asociados, presentando el escenario de forma abierta para promover la participación y lograr identificar cuál magnitud física está involucrada e inducir a la propuesta de modelos y métodos físicos, a través de los cuáles se pueda medir la aceleración de la gravedad y se discute un ejemplo de su medición indirecta.

6.- Los alumnos coinciden en sus propuestas con algunos de los modelos previstos y sugieren otros como: El Método de Stokes para hallar la viscosidad de un líquido y el Lanzamiento horizontal de un proyectil. Se escriben en pizarra todas las propuestas y se analizan las condiciones reales de medición de esta magnitud, para seleccionar los factibles de realización respecto a recursos disponibles.

7. La cantidad de modelos físicos seleccionados determina el total de grupos heterogéneos de trabajo, teniendo en cuenta la procedencia académica, la nacionalidad, pues en la carrera de Geología hay extranjeros y de otras provincias del país, y el sexo. Se escriben en pizarra los nombres de los integrantes de cada grupo de trabajo, se escuchan criterios, tratando de no afectar la heterogeneidad, siempre con un número impar de integrantes no mayor de cinco, lo cual permite obtener un consenso de criterios por mayoría.

No se selecciona ningún líder, ni jefe del grupo (equipo), pero si se debe haber previsto la presencia de, al menos, un alumno con mayores potencialidades.

Se explica cómo funciona el trabajo en grupo, qué es cooperar y qué colaborar, la necesidad de la disgregación de las tareas y llegar a consensos en la toma de

decisiones, así como la responsabilidad de cada cual, siguiendo las acciones orientadas en la metodología facilitada.

8. Se orienta el análisis de la situación problemática por cada equipo de trabajo, y a conjeturar sobre las posibles soluciones, a partir del modelo físico seleccionado o asignado, para identificar hasta dónde pueden llegar con los conocimientos que poseen, se identifica el problema a resolver, el campo físico objeto de estudio y el objetivo de la práctica de laboratorio como campo de acción. Estos son términos empleados en cualquier proyecto de investigación, con los cuales los alumnos deben familiarizarse y se explican de forma clara y sencilla.

9. Se establecen los horarios de consultas dentro del período de práctica de laboratorio, donde los alumnos rinden cuenta individualmente, tanto de forma presencial o por correo electrónico u otras vías de comunicación, de su responsabilidad dentro del grupo y resultados. Se pretende controlar, valorar y orientar las acciones e intercambiar criterios sobre las propuestas y decisiones de los alumnos, aclarar dudas tanto cognoscitivas como procedimentales respecto a la concepción y elaboración de su modelo físico, y de la realización de la actividad en sentido general, siempre antes de cada una de las fases evaluativas de la práctica de laboratorio. Se orienta el análisis de las condiciones físicas reales de los modelos físicos.

10. Primera fase y Regulación del aprendizaje de la práctica de laboratorio; Se escucha la Planeación de la investigación y se muestra al docente o personal encargado, el dominio de las diferentes acciones/operaciones desarrolladas en esta etapa de la actividad como son: Identificación y formulación del problema o dificultad, la necesidad de hacer estimaciones del gradiente gravimétrico vertical en la zona de investigación con el modelo físico propuesto y, de esta forma, demostrar la efectividad o no del modelo y método físico como posible conjetura/hipótesis en la determinación de la aceleración de la gravedad.

Se explica el diseño experimental a partir de la ecuación de trabajo obtenida, resaltando el método físico empleado con todo el tratamiento físico-matemático y, por tanto, la fundamentación teórica de la actividad y presentan el prototipo del

modelo físico a utilizar en la experimentación. Se exige a los alumnos muestren las fichas bibliográficas de las fuentes consultadas.

De considerarse aptos para continuar la actividad, se autoriza la ejecución de la etapa de la experimentación (Segunda fase), proponiendo la zona de actuación seleccionada por ellos o la propuesta por el profesor dado determinado interés.

11. Se discute con los alumnos las normas de seguridad y protección en la zona seleccionada y del medio ambiente, en la transportación, manipulación y conservación de los equipos e instrumentos facilitados para la realización del experimento como son: cronómetros manuales y digitales, cintas métricas, esferómetro, cuerpos de diferentes sustancias y dimensiones, cordeles, interruptores y otros accesorios de acuerdo al modelo.

Como el docente o personal encargado está presente durante el desarrollo del experimento, el día escogido será de mutuo acuerdo alumnos-profesor, para esta Segunda fase de la práctica de laboratorio, correspondiente a la Implementación del modelo físico y en la cual, se realiza la segunda regulación del aprendizaje. El profesor estará al tanto de la manipulación de los instrumentos, de los equipos y de la estrategia concebida para el diseño experimental en su conjunto, corrigiendo en su momento insuficiencias detectadas, solo interviene para eso.

Se controla la uniformidad de la base de datos respecto a posibles variaciones en los valores de las mediciones de las magnitudes físicas involucradas en el proceso, provocadas por la reacción de accionamiento en el cronómetro o por saltos ocasionales en las lecturas del cronómetro digital u otras. En el primer caso se sugiere a cada miembro del equipo realizar un conjunto de mediciones que permita seleccionar el idóneo. En ambos casos se sugiere aumentar el número de mediciones para discriminar aquellas lecturas que atenten con la uniformidad del juego de valores. Se cuestiona la precisión de las mediciones en función de la de los instrumentos y la incidencia de determinadas condiciones físicas en la realización del experimento o del propio diseño experimental.

13. Se introducen nuevas situaciones de conflictos cognitivos que conlleven a continuar la investigación o a reflexionar sobre lo hecho y obtenido, lo problemático debe conducir a un mayor esfuerzo de los alumnos, por ejemplo: En cualquiera de

los modelos seleccionados para el desarrollo de la práctica de laboratorio se cuestiona a los alumnos si en el análisis del movimiento de los cuerpos, han tenido en cuenta la fuerza de fricción del aire o su presencia en el sistema mecánico que utilizan, así cómo afectaría las mediciones y, por tanto, el cálculo del valor absoluto de la aceleración de la gravedad. En el caso del péndulo: la variabilidad del período de oscilación con la longitud del cordel, la amplitud máxima de las oscilaciones, el valor de las masas suspendidas en el cordel, la masa del cordel y su elasticidad. Para el modelo de proyectiles: el cierre y apertura del circuito eléctrico para iniciar y detener el conteo del tiempo de vuelo, el cero de salida del proyectil. Para el modelo de Caída Libre: cambiar la sustancia y el diámetro del cuerpo que se deja caer, y otros factores, dirigidas todas las cuestiones a precisar en el alumno las condiciones físicas reales, y analizar hasta qué punto pueden ser despreciables, como lo han considerado en enseñanzas precedentes.

14. En diálogo con los alumnos, estos expresan qué conocen de su conocimiento sobre las interacciones gravitatorias, el valor de la aceleración de la gravedad y del gradiente de potencial gravimétrico vertical, a partir de cuestionarles si consideran que con los datos obtenidos pueden llegar a dar cumplimiento a los objetivos de la actividad, si consideran lógicos y aceptables los resultados experimentales para las condiciones físicas dadas y la fundamentación teórica asumida, si coinciden los resultados en el experimento con las expectativas y conjeturas consideradas anteriormente.

15. Escuchar criterios sobre cómo consideran procesar y reportar la base de datos y los resultados de la experimentación. Sugerir el uso y aplicación de los software Excel y el Statistica, para la confección de tablas, gráficos y el tratamiento estadístico (errores absoluto y relativo, desviación típica y estándar, análisis gráfico de regresión lineal) y el Power Point, Word y otros, de acuerdo con la creatividad y originalidad de los alumnos, como resulta el uso del software de los laboratorios virtuales para la elaboración del informe técnico y su exposición tanto escrita como oral e incluso, la elaboración de páginas Web y otras iniciativas. Se orienta elaborar el informe siguiendo la estructura de un proyecto de investigación, donde se reflejen cada uno de sus elementos fundamentales tratados en el desarrollo de la práctica de laboratorio.



16. Cumplida la etapa de la experimentación se establecen nuevamente horarios de encuentros para proceder al cumplimiento de la Tercera fase de la práctica y regulación del aprendizaje, dirigidas a perfeccionar la elaboración del informe técnico, haciendo las correcciones a errores e imprecisiones detectadas y a la contrastación con los resultados existentes en la base de datos del profesor y con los obtenidos por los demás equipos de trabajo con modelos físicos diferentes, incluyendo los resultados de cursos anteriores.

La contrastación de los resultados obtenidos en las simulaciones de estos modelos en el software didáctico confeccionado para este fin, como resultan los laboratorios virtuales, incrementan el aprendizaje. Se introduce la base de datos real obtenida y donde se pueden hacer muchas más consideraciones que en la práctica real se dificultan, completando así el trabajo del equipo y un reporte más completo.

17. A través de consultas prefijadas dentro de un período establecido se revisan y asesoran los informes, y cuando el profesor determine que todos los equipos están listos para la discusión y defensa de los resultados, se planifica una sesión plenaria para la exposición de todos los trabajos.

18. Durante la defensa y discusión del trabajo al equipo de alumnos, se cuestiona si los resultados obtenidos de la aceleración de la gravedad y del gradiente de potencial gravimétrico vertical, infieren que el modelo y el método físico aplicado pueden sustituir en determinado momento la función de un gravímetro y realizar una prospección gravimétrica con ellos, de manera que se garantice la detección y medición de la variación de la aceleración de la gravedad en la zona seleccionada.

Los alumnos expondrán la significación y utilidad de la realización de esta actividad, tanto desde el punto de vista personal y del colectivo, como la contribución a su formación profesional.

El alumno debe mostrar conocimientos elementales sobre el gravímetro y su principio de funcionamiento, así como las tareas y métodos fundamentales de una prospección gravimétrica, que son contenidos planificados para recibir en el primer semestre del tercer año de la carrera. Deberá comparar los procedimientos de estos métodos con los empleados en el modelo y método físico aplicado.

19. Con la presencia de todos los alumnos y especialistas invitados, se realiza la defensa de los trabajos para dar cumplimiento a la Cuarta fase y última de la práctica y de regulación del aprendizaje con la evaluación integral del cumplimiento de la actividad. Se escuchan las exposiciones de los resultados y criterios de los alumnos. De las exposiciones se valora el uso y aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para lo cual se garantizan en el local todos los recursos necesarios para satisfacer el clímax requerido y la calidad de los trabajos, fijando un tiempo límite de exposición de 20 minutos, donde se mida el poder de síntesis y de organización del equipo.

20. Cuestionar al equipo de alumnos, durante la defensa y discusión del trabajo, que para determinar el gradiente de potencial gravimétrico vertical midieron y comprobaron las posibles variaciones de la fuerza gravitatoria sobre el sistema (modelo) considerado, que influían sobre la aceleración de los cuerpos, pero en la misma vertical en la altura considerada. ¿Qué sucedería en los resultados si una de las mediciones en cualquiera de los dos puntos se realiza con mucha diferencia respecto a la vertical?, ¿Cree posible detectar un movimiento tectónico, alteración o deformación en la corteza terrestre (movimiento de fallas) empleando este modelo y método físico?, explique.

Si la respuesta es afirmativa, ¿eso significa que este modelo y método físico puede aplicarse y generalizarse a otras ciencias como la Sismología?, aunque sea algo primitivo dado el desarrollo de las ciencias y la técnica,

Orientar la búsqueda y análisis en bases de datos existentes, del valor de la fuerza de atracción gravitatoria y de la aceleración de la gravedad (componte vertical) en la literatura especializada sobre los posibles resultados que se obtendrían con estos modelos y métodos físicos en otros lugares del planeta y fuera de él, así como para el caso del modelo del péndulo, la indagación sobre la Radiestesias, y para el caso del modelo de caída libre y lanzamiento de proyectiles incluir el análisis de las consideraciones que deberían hacer los pilotos de aviones al dejar caer bombas en determinadas zonas del planeta o de los artilleros al disparar a grandes distancias. En el caso de la máquina de Atwood, considerar los dispositivos usados para extraer agua de pozos a determinadas profundidades de la Tierra, o en los mecanismos de extracción del petróleo.

Concluida la exposición del equipo de trabajo se emite una calificación que recoge la presentación del informe y su defensa, sumando los resultados de los controles en cada una de las fases, que integrando cada valoración y calificación, da la posibilidad al docente o personal encargado, que ha seguido todo el proceso, de emitir una nota a cada alumno y al equipo en sí, resaltando los aspectos positivos y negativos detectados durante el proceso, tanto personal como del trabajo en equipo, así como los mejores alumnos con el merecido reconocimiento. Se solicita a los alumnos expresen los criterios sobre lo aprendido en el orden personal y colectivo, como lo útil del proceso para su formación profesional. Algo similar se solicita a los especialistas presentes en las exposiciones.

Con este ejemplo de la aplicación de la metodología *COLAB* de diseño de práctica de laboratorio, se puede afirmar que el proceso de enseñanza-aprendizaje ejecutado, conlleva al desarrollo de acciones fundamentales dentro del proceso de formación del profesional de Geología, descritas a continuación en las dimensiones: Académico, Laboral e Investigativa. Algunas de ellas identificadas como acciones dentro del modelo de este profesional y que pueden resultar contribuciones para cualquier ingeniero en formación, independientemente de la profesión de que se trate, como resulta:

Desde el punto de vista ACADÉMICO:

- 1) Proporcionar experiencias concretas y oportunidades para afrontar y corregir los errores conceptuales.
- 2) Proporcionar una visión de conjunto de las distintas ciencias y de la naturaleza provisional y tentativa de sus teorías y modelos, así como del enfrentamiento a los fenómenos de la vida cotidiana y el entendimiento del Cuadro físico del mundo.
- 3) Intuir y prever el comportamiento de las magnitudes físicas dadas, de acuerdo al problema identificado y objetivos específicos de la práctica (Emisión de hipótesis).
- 4) Graficar y valorar el comportamiento de las magnitudes físicas.
- 5) Lograr hábitos de lectura, de análisis y de síntesis.
- 6) Lograr una adecuada expresión oral (fluidez y coherencia en la comunicación), a través del diálogo.

- 7) Lograr una adecuada expresión escrita (coherencia en la redacción, ortografía) en la presentación de los resultados.
- 8) Interaccionar con diversas fuentes de Información incluyendo las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para la actualización del contenido en cuestión, exigiendo la visita a centros de Información Científico Técnico y la interrelación comunicativa entre las fuentes.
- 9) Mostrar los conocimientos, capacidades y habilidades con sencillez, honestidad y honradez.
- 10) Modificar aspectos de la personalidad como la actitud ante el estudio y la superación sistemática.

Desde el punto de vista LABORAL:

- 1) Dar la oportunidad de manipular y procesar bases de datos por medio de las computadoras. Utilización de Software.
- 2) Transferir o generalizar soluciones a otras situaciones problemáticas.
- 3) Manipular y medir con instrumentos de medición.
- 4) Evaluar la exactitud, precisión y el rango de error de los instrumentos y equipos utilizados y de las mediciones realizadas.
- 5) Crear hábitos de independencia cognoscitiva.
- 6) Inducir a la crítica y a la autocrítica.
- 7) Formar valores como la responsabilidad, el respeto mutuo y el colectivismo.
- 8) Formar hábitos de ahorro de recursos.
- 9) Cuidar y conservar del medio ambiente.
- 10) Enseñar técnicas de seguridad y medidas de protección e higiene del trabajo.
- 11) Inducir a la búsqueda de opciones de soluciones posibles de un hecho, situación o fenómeno dado.
- 12) Estimular una cultura del trabajo en grupos, cooperativo y colaborativo.

Desde el punto de vista INVESTIGATIVO:

- 1) Desarrollar habilidades de razonamiento lógico e interpretativo.
- 2) Comunicar valores relativos a la naturaleza de las ciencias.
- 3) Simular y apreciar el papel del científico en la investigación.
- 4) Procesar, valorar e interpretar los resultados experimentales obtenidos.

- 5) Elaborar y defender un informe técnico y/o proyecto de investigación.
- 6) Identificar y formular el problema dada una situación problemática.
- 7) Diseñar experimentos y/o montajes experimentales que permitan constatar hipótesis de problemas planteados.
- 8) Luchar y combatir el conformismo y el positivismo.
- 9) Mostrar las virtudes de las ciencias experimentales a partir de soluciones contrastables.
- 10) Introducir y aplicar métodos de la investigación científica.
- 11) Emplear las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- 12) Actualización en la información científica.

#### 3.4.- Experiencias en la introducción de la metodología *COLAB*.

Con el objetivo de comprobar la factibilidad de realización de las acciones consideradas en el modelo *COLAB*, a través de la metodología propuesta, se decide la introducción paulatina de las acciones físico-geológicas invariantes definidas en el principio que rige la Dinámica Profesional del proceso de enseñanza-aprendizaje en algunas prácticas de laboratorio, y valorar en la conducta y potencialidades de los alumnos, su efectividad y eficacia.

Se toma como referencia la estructura metodológica tradicional de práctica de laboratorio (Anexo No.10), empleada en la Universidad de Pinar del Río y otros centros del país y del extranjero, para no producir cambios metodológicos bruscos respecto a otras prácticas de laboratorio no realizadas por este modelo.

Se procedió a una transformación didáctica de la estructura metodológica y, por tanto, a la obtención de diferentes versiones hasta completar el 100% de las acciones correspondientes a la metodología propuesta por el modelo *COLAB*.

Los gráficos de los algoritmos secuenciales de las versiones obtenidas se muestran en los Anexos del No.30 al No.33 y los resultados de las validaciones de las acciones introducidas en el Anexo No.28, elaborando para ello un instrumento (Anexo No.29), que facilitó la interacción con los alumnos y, por tanto, la valoración del cumplimiento de las acciones introducidas en las prácticas de laboratorio seleccionadas para tales efectos, pertenecientes al ciclo de prácticas de cada asignatura de Física I, II y III.

Las versiones No.1 y No.2 están absolutamente dirigidas al aprendizaje de contenidos de Física, pero en la Versión No.2 se incorpora la significación para la Geología. Son actividades desarrolladas en el aula-laboratorio, donde solo se ha transformado la estructura interna, en cuanto al proceder de los alumnos e impartidas de forma frontal, y cuya selección se realiza a partir de los recursos disponibles en los laboratorios.

La Versión No.1 (Anexo No.30), se aplica a los alumnos de Geología de primer año (segundo semestre) y a cuatro prácticas del Sistema de prácticas de laboratorio de Física I (Mecánica, Física Molecular y Termodinámica), cuyos títulos se muestran a continuación:

*Determinación de la densidad de un cuerpo sólido y de un líquido.*

*Determinación del coeficiente de viscosidad de un líquido.*

*Determinación de la aceleración de la gravedad.*

*Determinación experimental del Equivalente Eléctrico del calor.*

Para el cumplimiento de las acciones previstas se elimina el fundamento teórico de la guía de la práctica de laboratorio, el alumno lo elabora a partir de los conocimientos precedentes relacionados con el modelo físico, que lo induce a interactuar con diversas fuentes de información sugeridas (impresas, digital y personales), dirigida esta acción además, a incrementar el hábito de lectura y el uso sistemático de la bibliografía y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, visitando las bibliotecas y centros especializados con el objetivo además, de actualizarse con la información científico-técnica, lo cual representa una deficiencia del Modelo Tradicional de práctica de laboratorio, al limitar en este sentido la independencia cognoscitiva del alumno en correspondencia con la base orientadora presente en la literatura como fuente de conocimientos (Bernaza, G.; 1992).

Las preguntas de control no se incluyen en la guía, con el objetivo de que valoren lo significativo del contenido de la práctica de laboratorio y para comprobar su autopreparación real. Los objetivos se expresan en función de las habilidades y la introducción se reduce a una síntesis de la importancia de la actividad para su formación profesional, a través de aspectos históricos de esta ciencia e incluso, para la interpretación de fenómenos de la naturaleza y situaciones de la vida cotidiana.

Los resultados finales son discutidos y defendidos frente al profesor o personal encargado, con el informe técnico de la actividad de acuerdo a las orientaciones dadas. En la práctica de laboratorio tradicional, la evaluación consiste, por lo general, en entregar el informe escrito, el profesor revisa y emite una calificación con oportunidades de correcciones, pero no se discute con los alumnos.

La Versión No.2 (Anexo No.31), es aplicada a los mismos alumnos en el primer semestre del segundo año, para la asignatura Física II (Oscilaciones, Ondas y Electromagnetismo), a tres de las prácticas de laboratorio del Sistema de prácticas de esta asignatura, siguiendo lo normado en el Principio No.1 sobre la Contribución Profesional. Estas prácticas fueron:

*Comprobación experimental de las Leyes de Ohm y de Pouillet.*

*Estudio de las Ondas Estacionarias.*

*Determinación de la componente horizontal del Campo Magnético Terrestre.*

Posteriormente se aplica a dos prácticas de laboratorio del Sistema de prácticas de la asignatura Física III (Óptica y Física Atómica y Nuclear), para sistematizar las acciones introducidas desde la Física I y valorar la posibilidad de generalizar las concebidas. Las prácticas seleccionadas bajo el mismo Principio No.1, fueron las tituladas:

*Efecto Fotoeléctrico Externo.*

*Absorción Nuclear.*

Se orienta ubicar las fuentes de información necesarias, a partir de la mínima orientación dada. La acción de indagar fuentes y procesar la información se hace extensiva a la profesión (Geología) y se incorporan otras acciones con el objetivo de continuar aproximando la práctica de laboratorio a un proceso de investigación científica, como resultan: propuestas de los materiales e instrumentos y el diseño experimental (un modelo físico) para la materialización de la práctica de laboratorio, en correspondencia con los objetivos expuestos en la guía, así como el posible procedimiento de constatación (técnica operatoria), que al ser comparado con el

concebido por el profesor, puede estar sujeto a cambios, de acuerdo con los criterios expuestos por los alumnos y llegar a un consenso en el procedimiento experimental. Se agrega a la introducción la significación y utilidad del contenido de la práctica de laboratorio para su formación profesional, previendo que el título y objetivos no sugieran métodos de trabajo o cualquier otra información que interfiera en la creatividad e imaginación de los alumnos. En la preparación del informe y la discusión, se incluye la aplicación del método y modelo físico a aspectos identificados en la profesión.

La Versión No.3 (Anexo No.32); se aplica a las mismas prácticas de versiones anteriores y se caracteriza por brindar menos información y una orientación adecuada de hacia dónde encaminar los esfuerzos y acciones, aproximándose más a un proceso de investigación científica por estar presentes todas las acciones físico-geológicas invariantes definidas y las operaciones que deben ejecutar los alumnos (Anexo No.26).

La práctica de laboratorio se identifica por un número, de acuerdo con el tema que se trate, por ejemplo: Práctica de laboratorio No.2 de Dinámica. En la Introducción se incluye una situación problemática física-geológica, a partir de la cual, los alumnos identifiquen un problema, dada la contradicción entre los insuficientes conocimientos para dar una solución inmediata y los que necesitan para resolverlo con adecuados niveles de ayuda de otros más desarrollados, es decir, se enfrentan a una situación que el profesor ha colocado en la Zona de Desarrollo Próximo, contextualizada en la profesión.

Se aplica íntegramente lo normado en los Principios No.1 y No.3, logrando una mayor motivación y significación del aprendizaje de la Física, manifestado en la conducta e interés mostrado en el desarrollo y evaluación de la actividad, no así con lo establecido, en su totalidad, en el Principio No.2, ya que se desarrolla la práctica de laboratorio por el único modelo físico facilitado por el profesor, se trabaja en parejas o tríos sin una concreta colaboración en la solución del problema y tampoco realizan una contrastación de hipótesis, a partir de soluciones contrastables.

El alumno asume el rol de investigador y se manifiesta en todo el proceso una constante y exigente interrelación comunicativa con las diversas fuentes de información (Alumnos–profesores–especialistas–libros–publicaciones–revistas–Internet), mucho más sistemática que en las versiones anteriores, por medio de vías



de comunicación como el correo electrónico, el Microcampus y otras posibilidades que brinda la Intranet de la universidad.

Todos los equipos de trabajo resuelven un mismo problema, casi siempre en una práctica de laboratorio frontal, con un único modelo físico, tales condiciones aún no satisfacen, en su totalidad, las regularidades identificadas para la formación del ingeniero geólogo tales como:

1. Un efectivo trabajo en equipo, a través de la cooperación y la colaboración, por cuanto, los integrantes no trabajan con igual intensidad e interés.
2. El elevado nivel de responsabilidad, como corresponde a un integrante de un equipo multidisciplinario, a veces por la poca complejidad de las tareas.
3. La toma de decisiones en los conflictos cognitivos dados y la conducta conformista o de conveniencia, sin llegar a un consenso.
4. El desarrollo del espíritu de búsqueda de otras soluciones, pues no tiene sentido la contrastación de resultados para un mismo modelo y los limita a conformarse con esa solución y no suponer otras alternativas de modelos y métodos físicos y, por tanto, se atenta contra la obtención de una mayor aplicación y generalización con respecto a la necesidad de solución en situaciones similares en otras ciencias o en la misma vida cotidiana.

Por estas razones, se decide hacer las inclusiones finales y analizar el comportamiento de los alumnos y sus potencialidades, para así confirmar el cumplimiento de los objetivos previstos en la tesis. En el Anexo No.28 se muestran los resultados al aplicar el modelo *COLAB*, cuyo algoritmo se muestra en el Anexo No.33, a prácticas de laboratorio de Física I y II. Desde entonces, ya forma parte del ciclo de prácticas de todas las asignaturas de Física en prácticas previamente seleccionadas, de acuerdo con las exigencias establecidas en el Principio No.1 de la Contribución Profesional.

Todas las versiones metodológicas se utilizan indistintamente dentro del ciclo de prácticas de laboratorio de cada asignatura de Física, tanto en la Universidad de Pinar del Río, como por alumnos de la especialidad de Física de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador e Instituto Pedagógico de Barquisimeto “Luis

Beltrán Prieto Figueroa” de Venezuela, como resultado del desarrollo de un proyecto de colaboración.

### 3.4.- Conclusiones del Capítulo III.

1.- Las diferentes versiones metodológicas de práctica de laboratorio, incluyendo el modelo *COLAB*, demuestran la posibilidad real de transformación didáctica y el logro de la ejecución de acciones del modo de actuación profesional por parte de los alumnos, que a la vez que incrementan su potencial cognoscitivo, procedimental y actitudinal, obtienen una visión general del quehacer laboral del ingeniero geólogo.

2.- La metodología *COLAB* constituye una herramienta útil para los profesores de Física, respecto a la dirección y control del proceso de enseñanza-aprendizaje a materializar en la práctica de laboratorio, a partir de las regularidades y principios que fundamentan el modelo, para dar cumplimiento al objetivo de la investigación y solución del problema enunciado.

3.- La metodología *COLAB* es aplicable a cualquier otra asignatura, por cuanto las orientaciones-acciones están expresadas con un carácter general y abierto.

### CONCLUSIONES:

1.- Las prácticas de laboratorio de Física que realizan los alumnos de la carrera de Geología se desarrollan por la Metodología Tradicional de práctica de laboratorio, lo cual limita en estos el desarrollo de un aprendizaje independiente y creador, no ajustándose a las exigencias del Modelo del profesional de Geología, y por lo general, no ofrecen una visión ni orientación respecto al modo de actuación del profesional para el cual se forman.

2.- El análisis del Modelo del profesional de Geología, en particular, del modo de actuación, permitió definir las regularidades que caracterizan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y, en esencia, de la práctica de laboratorio. El cumplimiento de las regularidades contribuye a la formación del modo de actuación desde los primeros años de estudio.

3.- La definición de los principios: de Contribución profesional, de la Dinámica profesional y el de la Concientización del proceso, a partir de las regularidades que caracterizan el proceso de formación del alumno de Geología y de la integración armónica de los referentes teóricos considerados, permitieron establecer las normas para la concepción, estructura metodológica y dinámica del proceso en el modelo de diseño de práctica de laboratorio *COLAB*, en los que se incluyen: las acciones físico-geológicas invariantes, el sistema de orientación-acción como guía para estructurar el proceso y la relación dinámica de convergencia como la forma típica de cumplimentar el trabajo colaborativo, en este tipo de clase para el alumno de Geología.

4.- La metodología propuesta para el profesor de Física, facilita la materialización del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la práctica de laboratorio que responde al modelo de diseño *COLAB*, la cual permite la orientación, organización y control de la ejecución, por parte de los alumnos, de un conjunto de acciones y operaciones, que lo orientan hacia el modo de actuación profesional del ingeniero en Geología y, por tanto, a la obtención de una visión del perfil ocupacional desde los primeros años de estudios en la universidad.

## **RECOMENDACIONES:**

- 1.- Introducir en el sistema de práctica de laboratorio de Física para los alumnos de Geología, las diferentes versiones por las que fue transitando esta investigación, de manera que si no se puede aplicar el modelo *COLAB*, se facilite la realización, por parte de los alumnos, de algunas de las acciones del modo de actuación del profesional identificadas, como contribución del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física a la formación de este profesional, para sistematizarlas durante todo el ciclo de prácticas de laboratorio.
- 2.- Capacitar a los docentes que imparten este tipo de clase y a otros interesados en el tema de las prácticas de laboratorio, tanto nacionales como extranjeros, a partir de los resultados obtenidos en esta investigación, para lo cual se ha diseñado un curso de postgrado de 60 horas y una pasantía académica de 32 horas.
- 3.- Dar a conocer a los alumnos desde el inicio del curso escolar el sistema de prácticas de laboratorio y las características didácticas y de aprendizaje de cada cual, con el objetivo de orientarlos respecto al sistema de evaluación para este tipo de clase y el nivel de responsabilidad y disciplina requerido.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C.M. (1986). Tendencias en la Enseñanza de la Física para ingenieros en Cuba. Revista Cubana de Educación Superior. 5 (1), 29-38. La Habana.
- \_\_\_\_\_ (1995). Metodología de la Investigación Científica. Ministerio de Educación Superior. La Habana.
- \_\_\_\_\_ (1996). La escuela de excelencia. Ministerio de Educación Superior. La Habana.
- \_\_\_\_\_ (1998). Pedagogía como ciencia o Epistemología de la Educación. Editorial Felix Varela. pp.254. La Habana.
- Álvarez, R. M. (1994). De los Trabajos Prácticos Tradicionales a la Actividad Investigativa. Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (2.2 y 2.3), pp. 361-372. España.
- Andrés, Z. M<sup>a</sup>. M.(2001). Investigación sobre la enseñanza de la Física a través del Trabajo de Laboratorio. IV Escuela Latinoamericana de Investigación en Enseñanza de la Física. Puerto de la Cruz, Venezuela.
- Arnal, J., del Rincón, D. y de Latorre, A. (1994). Investigación Educativa: Fundamentos y metodología. Editorial Labor, S.A. pp.278. España.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Enseñanza de las ciencias, 14 (3), 365-379. España.
- Barrera, J. (2001). La enseñanza de la Física en ingeniería como un proceso de investigación. Memorias del I Encuentro Internacional de Profesores de Física "ProFisic'01". Universidad de Pinar del Río. Cuba.(016)
- Barrientos, F. (2000). El Fundamento Teórico del Aprendizaje Cooperativo: Rol del profesor. Revista Temas pedagógicos, Año 2000, Número 5. Chile.

- Bernaza, G. (1992). La literatura docente para la ejercitación en la enseñanza de la Física como vía para elevar la asimilación del contenido. Tesis de doctorado en Ciencias pedagógicas.
- \_\_\_\_\_ (2000). Hacia una orientación para aprender Ciencias: algunas reflexiones, experiencias y recomendaciones. (inédito)
- Buckmaster, H. A. (1986). Evaluating the effectiveness of an elementary undergraduate laboratory. American Journal of Physics , Vol. 54. p.702-704.
- Bunge, M. (1972). La Investigación Científica. Editorial de Ciencias Sociales, pp 955. La Habana.
- Calzadilla et al. (2000). Desarrollo de tareas investigativas en la didáctica de los laboratorios docentes. Libro de Actas del II Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de La Habana.
- Capella, J., Sánchez, G. (1999). Aprendizaje y Constructivismo. Ediciones Massey and Vanier. p. 337. Perú.
- Carlson, E. H. (1986). Constructing laboratory courses. American Journal of Physics, 54(11), 972-976. (3, 8, 10, 48, 49).
- Carrillo, L. (1996). Los trabajos prácticos en geología: Problemas, posibilidades y propuestas. Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (4.2). pp.120-123. España.
- Castellanos, A.V. (2002). El Enfoque Histórico-Cultural: sus implicaciones para el aprendizaje grupal. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XXII, No.3, 79-91. CEPES. Ciudad de la Habana.
- Cerda, H. (2002). Los elementos de la investigación: cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos. Editorial EL BUHO LTDA. pág.449. Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Chrobak, R. y Ganzarolli, I. M. (2002). La Metacognición en el laboratorio docente de Física. Conferencia. Memorias de Didacfisú'2002. III Taller Internacional de Didáctica de la Física Universitaria. Universidad de Matanzas. ISBN: 959-16-0136-0. En formato digital. (CD)
- Comisión de Modernización Pedagógica (C.M.P)(2002). El Aprendizaje Basado en Problemas. Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP).

- Crespo, E.J. (1997). Las prácticas de laboratorio de Física, una investigación científica. Memorias del I Taller Internacional de la Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de la Habana., pág. 84-91. ISBN: 84-7801-517-5 (Vol. I). Editorial: Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba, España.



- \_\_\_\_\_ (2000). Las prácticas de laboratorio de Física en la Enseñanza Superior: Críticas y Reflexiones. Memorias del II Taller Internacional de la Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de la Habana. pág. 84-91. ISBN: 84-7801-517-5 (Vol. I). Editorial: Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba, España.
- Crespo, E.J, y Álvarez, T. (2001). Clasificación de las prácticas de laboratorio de Física. Revista Electrónica "Pedagogía Universitaria". RNPS 1894 , VOL. VI No. 2 AÑO 2001, ISSN 1609-4808. DFP\_6\_2\_6.
- \_\_\_\_\_ (2002). Algunos criterios para la materialización de las prácticas de laboratorio de Física en la enseñanza superior. Memorias de Didacfisú'2002. III Taller Internacional de Didáctica de la Física Universitaria. Universidad de Matanzas. ISBN: 959-16-0136-0. En formato digital. (CD)
- De Pablos, J. (1996a). Procesos de aprendizaje mediados: una perspectiva sociocultural sobre las nuevas tecnologías. I Congreso Internacional de Comunicación, Tecnología y Educación.
- Díaz, A. E. y Quiroz, R.E. (2001). Corrientes pedagógicas, modelos pedagógicos y enfoques curriculares. Relación sistémica entre ellos. Revista Avanzada. Universidad de Medellín. Colombia, pp. 116-131. ISSN 0123-305X.
- Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectoría Académica. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2002)  
[http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf\\_doc/estrategias/abp.htm](http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf_doc/estrategias/abp.htm)
  - Duch, B. J., Groh, S.E. y Allen, D.E.(2004). El Poder del Aprendizaje Basado en Problemas: una guía práctica para la enseñanza universitaria. Pontificia Universidad Católica del Perú. pp. 331.
- Fariñas, G. (2002). Las ideas de L. S. Vigotsky en la educación superior contemporánea. Universidad de la Habana.
- Ferreiro, R. (2001). Momentos y Estrategias de una clase de Aprendizaje Cooperativo (Conferencia). V Congreso Internacional Educación para el Talento. Mazatlán, Sinaloa, México.  
<http://www.redtalento.com/Congreso/Momentos.html>
- Fuentes, H., Salazar, A. y León, H. (1984). Experiencias en la realización de las Prácticas de laboratorio. Revista Cubana de Educación Superior, Vol.4, No.1, pp.55-66.

- Fundora, J. (2000). Una concepción de las prácticas de laboratorio en la enseñanza aprendizaje de la Física en la formación de profesores. Libro de Actas del II Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de La Habana.
- Furió, C.J., Iturbe, J. y Reyes, J.V. (1995). ¿Cuánto contaminará una central térmica que funciona con fuel?: Un ejemplo de resolución de problemas como investigación. Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, No. 5, pp. 27-36.
- Galperin, P. (1983). Sobre la formación de los conceptos y las acciones mentales. Ciudad de La Habana. (en lecturas de Psicología Pedagógica).
- Gil, D. y Valdés, P. (1995). Un ejemplo de práctica de laboratorio como actividad investigadora. ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 6, 93-102.
  - \_\_\_\_\_(1996a): La resolución de problemas de Física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. Enseñanza de la Física.
  - \_\_\_\_\_(1996b): Tendencias actuales en la enseñanza-aprendizaje de la Física (en A. Cruz y otros. Temas escogidos de la didáctica de la Física). Editorial Pueblo y Educación.
  - \_\_\_\_\_(1996c). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. Revista Enseñanza de las Ciencias. 14 (2), pp. 155-163.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Mtnez.-Torregrosa, J. (1991): La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. (Ice Horsori : Barcelona).
- GIL, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un Modelo de Enseñanza\Aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11 (2). pp. 197 - 212.
- Gómez, P.R.S. y Penna, T.J.P. (1988). Proposta de uma disciplina com enfoque na metodologia da Física experimental. Revista de Ensino de Física, 10, pp. 34-42.
- Gómez, M. A. y Pozo, J. I, (2001). Aprender y Enseñar Ciencia: Desconocimiento cotidiano al conocimiento científico. Tercera edición, Ediciones Morata, S. L., pp. 331. Madrid, España.

- González, E. (1994). Las Prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de Física. Tesis de doctorado. Universitat de Valencia. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. España.
- González, T., et al (2001). El laboratorio de Física desarrollado mediante un método activo de enseñanza. Memorias del evento Internacional ProFisic'01. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- Herrera, A., Barrera, J., y Pérez, A. (2001). Una vía efectiva, utilización de los métodos participativos. Memorias del I Encuentro Internacional de Profesores de Física "ProFisic'01". Universidad de Pinar del Río. Cuba. (031)
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in School Science. *Studies in Science Education*, 22. 85-142.
- \_\_\_\_\_ (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 12 (3), 299-313.
- \_\_\_\_\_ (1999). Trabajo de laboratorio como método científico: tres décadas de confusión y distorsión. *Revista de Estudios del Curriculum*, Vol.2, Núm.2, pp.52-83.
- Hoftein, A. y Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Holmes, A. y D. L. (1987). *Geología Física*. España: Ediciones OMEGA, S.A.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.
- Joan, F. y Sánchez, J. (1985). Evolución experimentada en la enseñanza que se imparte en un laboratorio de física a nivel universitario. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 54. [8]
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. and Beth, M. (2000). *Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis*. University of Minnesota.  
<http://www.clcrc.com/pages/cl-methods.html>
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. (2002). The Cooperative Learning Center at the University of Minnesota. <http://www.clcrc.com>

- Kaloshina, I.P. y Kevlishvili, M.P. (1978). La organización de la actividad docente-cognoscitiva productiva de los estudiantes durante la realización de las prácticas de laboratorio. Revista La Educación Superior Contemporánea 1(21), pp.89-105.
- Lazarowitz, R., Tamir, P. (1993). Research on using laboratory instruction in science. New York. Handbook of Research on Science Teaching and Learning, pp. 94-128.
- Lenin, V.I. (1983). Materialismo y Empiriocriticismo. Obras Completas, tomo 18. Editorial Progreso, Moscú. (Traducción al español)
- Leontiev, A.N. (1981). Actividad, conciencia, personalidad. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Montano, A. (2002). Aprendizaje Colaborativo.  
[http://www.people.virginia.edu/~am2zb/equipos/aprendizaje\\_colaborativo.htm](http://www.people.virginia.edu/~am2zb/equipos/aprendizaje_colaborativo.htm)
- Notario, A. (2004). Investigación Científica en Instituciones de Educación Superior. Primera edición, Fundación Educativa ESUMER, pp.257. Medellín. Colombia.
- Orellana, A. (2002). Aprendizaje Colaborativo. Equipo Sinergia.  
<http://www.equiposinergia.com>
  - Palacio, N. A. (2001). Vigotski: valor pedagógico de la zona de desarrollo próximo. Revista Avanzada, pp. 44-53. Universidad de Medellín, Colombia.
  - Panitz, T. (1996). A definition of Collaborative vs Cooperative Learning.  
<http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz.html>
- Perales, F. J. (1994). Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 12 (1), 122-125. España.
- Perera, L.F. (2000). La formación Interdisciplinar de los profesores de Ciencias: Un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Tesis de doctorado. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana.
- Petrosky, A. (1979). Psicología General. Moscú: Editorial Progreso.
- Plan C Perfeccionado de la Carrera de Geología. (1998). Instituto Minero Metalúrgico de MOA y Universidad de Pinar del Río.
- Praia, J. y Marqués, L. (1997). El trabajo de laboratorio en la enseñanza de la Geología: Reflexión crítica y fundamentos epistemológico-didácticos. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (5.2), 95-106. España.

- Repilado, F. y Durruthy, O. (1995). El problema científico y su relación con los problemas profesionales. Santiago de Cuba.
- Robinson., M. C. (1979). Undergraduate laboratories in Physics: two philosophies. American Journal of Physics, Vol. 47 (10), pp. 859-862.
- Rosental, M. y Iudin, P.(1981). Diccionario Filosófico. Editorial Política, pp. 480. La Habana. Cuba.
- Salinas, J., Cudmani, L. y Pesa, M. (2000). Modos espontáneos de razonar: un análisis de su incidencia sobre el aprendizaje del conocimiento científico a nivel universitario básico. Enseñanza de las Ciencias, 14 (2), 209-220. España.
- Sierra, R.A. (1997). Modelo Pedagógico: Consideraciones Generales. Revista Científico-Metodológica del Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona. No.24 (enero/junio), pp. 20-28. ISSN 0864-196X.
- Solaz, J. J. (1990). Una práctica con el péndulo transformada en una investigación. Revista Española de Física, 4,4; 87; 94.
- Stewart, B. (1988). The surprise element of a student- designed laboratory experiment. Journal of Chemical Science Teaching, pp. 269-270.
- Tabares, R. M. (1996). Fundamentos Teórico-Prácticos de la formación y desarrollo de la habilidad pedagógica investigativa. Tesis de maestría. ISP. Pinar del Río. Cuba.
- Talízina, N. (1988). Psicología de la Enseñanza. Editorial Progreso, Moscú. 366 p.
- Tobin, K. (1990). Research in science laboratory activities in pursuit of better questions and answer to improve learning. School Science and mathematics, Vol. 90, pp. 403-421.
- Torres, M. (1994). Nuevas tendencias en la Enseñanza de la ingeniería. Revista Cubana de Educación Superior. No.3, pp.85-96.
- Valdés, P. y R. (1996). Características del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas. Boletín SEÑALES OL No.3 (noviembre). ISP "Enrique José Varona", La Habana.
- Vega, G. I. y Rojo, B. (1999). Educación a Distancia y Aprendizaje Colaborativo. Ponencia presentada en las III Jornadas de Educación a Distancia-Mercosur '99. Chile.

<http://www.edudist.com/ponencias/Gim%20Ivy%20Vega.htm>

- Velez, A.M. (2002). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos en la educación superior. Proyecto Conexiones. Universidad EAFIT-UPB-COLCIENCIAS. Colombia.  
<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/190M.html>
- Vigotsky, L.S. (1989). *Obras Completas*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Wolfenzon, E. y García, S. (2002). El aprendizaje Cooperativo: Ventajas en la Educación.  
<http://www.trener.edu.pe/webtrener/PAGINAS%20WEB/EI%20Aprendizaje%20Cooperativo%20Ventajas%20en%20la%20Educacion.htm>
- Zea, C. M. y otros (2002). *Multimedios e Hipermedios para fortalecer el Aprendizaje Colaborativo*. Universidad de Medellín, Colombia.  
<http://www.conexiones.eafit.edu.co>

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Álvarez, C.M. (1989). Fundamentos teóricos de la dirección del Proceso Docente Educativo en la Educación Superior Cubana. La Habana.
- \_\_\_\_\_ (1990). Fundamentos de la didáctica de la Educación Superior. Apuntes para un libro de texto.
- \_\_\_\_\_ (1994a). La escuela de excelencia. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
- \_\_\_\_\_ (1994b). Epistemología. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
- \_\_\_\_\_ (1999). La Escuela en la Vida. Didáctica. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, pp.178.
- Álvarez, I. (1995). Perfeccionamiento en la formación de habilidades en la solución de problemas de Física para estudiantes de Ciencias Técnicas. Tesis de opción del grado de doctor en ciencias pedagógicas. Santiago de Cuba.
- Arena, L.E., De Longhi, A.L. y Brunetti, A. (1989). El laboratorio de Física: un cambio metodológico. Sexta Reunión de Educación en Física, REF VI, Bariloche.
- Aróstegui, J.M., et al. (1975). Metodología del Conocimiento Científico. Editorial de Ciencias Sociales, pp.445. La Habana.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H., (1983). Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.
- Bandeira, M., et al. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. Revista Enseñanza de las Ciencias, 13 (1), pp. 46-54.
- Barrera, J. (2001). La enseñanza de la Física en ingeniería como un proceso de investigación. Memorias del I Encuentro Internacional de Profesores de Física "ProFisic'01". Universidad de Pinar del Río. Cuba. (016)
- Base de datos en la red de computadoras de la UPR.
- Bazán, C.A. (1998). La investigación como metodología didáctica: un ejemplo de aprendizaje significativo. Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Vol. 6, No.3, pp.239-241.
- Bernaza, G. (1999a). Hacia una orientación para aprender en Ciencias: algunas reflexiones, experiencias y recomendaciones. (en proceso de edición). Asesor Técnico Docente del MES. La Habana.

- \_\_\_\_\_ (1999b). La literatura docente para el alumno: un medio para su desarrollo. (en proceso de edición). Asesor Técnico Docente del MES. La Habana.
- Bernaza, G., Douglas, C. y del Valle, M. (2001). El planteamiento y resolución de problemas como vía para diagnosticar la ZDP del estudiante. Revista Avanzada. Universidad de Medellín. Colombia, pp. 88-109. ISSN 0123-305X.
- Briceño, M. (1993). La Investigación-Acción. Teoría Crítica Educativa y la Formación del Andragogo. Revista Planuic, Año 12, No. 20., pp. 241-249.
- CEPES (1996). Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. Universidad de la Habana. Corporación Universitaria de CEDIP Ibagué. Colombia. (en la URR)
- Cervantes. (1978). Diccionario. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, pp.564.
- Colectivo de autores. (1998). Folleto de Tendencias. I.S.P. Pinar del Río.
- Colectivo de autores. (1996). Tendencias Pedagógicas Contemporáneas. Editorial CEPES, UH. Ibague, Colombia.
- Comisión de Modernización Pedagógica (C.M.P)(2001). Problematicando para Aprender. Boletín Impreso Semanal No.43, 19 de nov. de la PUCP.
- Comisión de Modernización Pedagógica (C.M.P)(2002). Aprendizaje Basado en Problemas: Una alternativa metodológica a tomar en cuenta para la enseñanza de la Filosofía. Boletín Impreso Semanal No.19, 20 de mayo. de la PUCP. <http://www.pucp.edu.pe/cmp/experiencias/filo.htm>
- Corona, M. y Carballo, L. (2001). El componente investigativo en la clase de laboratorio. Memorias del I Encuentro Internacional de Profesores de Física "ProFisic'01". Universidad de Pinar del Río. Cuba. (033)
- Danilov, M. A. y Skatkin, M. N. (1978). Didáctica de la Escuela Media. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- De Lara, R. y Beltrán, I. (1990). Las prácticas de Química General y la Enseñanza Problémica. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. X, No.2. pp.119-125.
- De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de Ciencias?. Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), 21-41
- Delgado, R. (1990). Gravimetría. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.



- Díaz, P. y Martín, L. (1999). Escuela primaria y enseñanza problemática. No.96, pp. 32-38.
- Dobrin, B. (1961). Introducción a la prospección geofísica. Ediciones Omega, S.A. España.
- Duch, B.J. (1999). A day in the life of Jonh Henry, A traffic Cop.  
<http://www.udel.edu/pbl/curric/acc12.html>
- Dumon, A. (1992). Formar a los estudiantes en el método experimental: ¿utopía o problema superado?. Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 10 (1), pp. 25-31.
- Echevarría, C.A., et al. (1986). Introducción de la Disciplina Fundamentos de la Investigación Científica en el curriculum de estudio de especialidades Técnicas. Revista Cubana de Educación Superior, Vol. V, No.2, pp.47-51.
- Elkin (Asesor de la UH). (1978). Planificación y formas de organización del Trabajo Científico de los estudiantes y su estimulación. Revista Pedagogía sobre la Educación Superior. Año II, ene-feb-marzo, No.1, pp. 29-33.
- Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000. © 1993-1999 Microsoft Corporation.
- Enciclopedias SALVAT. (1970)
- Fariñas, G., Corral, R. y Majoli, M. (1988). Una estrategia para el futuro: El Proceso Docente orientado a la formación de habilidades. Revista Cubana de Educación Superior. Vol.VIII, No. 3, pp. 59-7
- Fonderé, F. y Sére, M.G. (1997). Una sesión innovadora de Trabajos de laboratorio para enseñar proceso de datos. Segundo curso de estudios de Física a nivel universitario. Enseñanza de las ciencias, 15 (3), 423-429.
- Fuentes, H., Pérez, L. y López, J.A. (1996). La formación de habilidades lógicas en el PDE de la Física General. Revista Cubana de la Educación Superior. No.1
- Fuentes, H. (1989). Perfeccionamiento del sistema de habilidades en la disciplina de Física General, para estudiantes de Ciencias Técnicas. Tesis Doctoral en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Oriente.
- Fuentes, H. y Álvarez, I.B. (1998). Dinámica del Proceso Docente educativo de la Educación Superior. (libro en formato digital).
- Furió, C. J., (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. España: Enseñanza de las Ciencias 12 (2), 188 - 199.

- \_\_\_\_\_ (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales. No.7, pp. 7-17.
- Gaita, C., et al. (2000). Experiencia piloto de Aprendizaje Basado en Problemas en el área de Ciencia y Tecnología.  
[http://www.pucp.edu.pe/cmp/experiencias/ciclo\\_inicial.htm](http://www.pucp.edu.pe/cmp/experiencias/ciclo_inicial.htm)
- Galperin, P. Ya. (1968). Desarrollo de las Investigaciones sobre la formación de las Acciones Mentales. La Habana: Impresora "André Volsín".
- García, I.J., Arias, P.P. (1989). La introducción de los métodos problémicos en el perfeccionamiento del nuevo plan de estudios de medicina. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. IX, No.2. pp.143-153.
- García, C. (1996). Situación y principales dinámicas de la Educación Superior en América Latina. Venezuela: Ediciones CRESAL / UNESCO.
- García, P., Insausti, M. J. y Merino, M. (1999). Propuesta de un modelo de Trabajo Práctico de Física en el nivel universitario. Enseñanza de las Ciencias. noviembre, 17 (3), 533-542.
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 1 (1), pp. 26-33.
- González, E. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?. Revista Enseñanza de las Ciencias, Vol. 10 (2), pp. 206-211.
- González, M .I. (1997). Diseño de prácticas de laboratorio específicas para alumnos de ingeniería. Libro de Actas del I Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de la Habana. pp 84-91.
- González, T., et al (2001). El laboratorio de Física desarrollado mediante un método activo de enseñanza. Memorias del evento Internacional ProFisic'01. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- González, M. y de la Hoz, M.T. (1989). Formación de habilidades para la actividad investigativa en los estudiantes de la Educación Superior durante la práctica laboral. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. IX, No.3. pp. 291-299.
- Gutiérrez, F. A. y Rodríguez, L. M. (1987). La adquisición de la metodología científica a través de la pedagogía por "redescubrimiento orientado": Un estudio experimental. Revista Painorma No.2, pp. 40-51.

- Hernández, M. A., Medina, S. (1995). Para Enseñar a Aprender. Folleto. Dirección Provincial de Educación, Universidad Pedagógica de Pinar del Río.
- Horrouitinier, P. (1979). Principios Didácticos. Revista Pedagogía. Año III, No.1.
- Insausti, M.J. (1997). Análisis de las Trabajos Prácticos de Química en un primer curso de universidad. Enseñanza de las Ciencias, 15 (1), 123-130.
- Jaén, M. y García, R. (1997). Una revisión sobre la utilización del Trabajo práctico en la enseñanza de la Geología. Propuesta de cambio. Revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (5.2), 107-116.
- Labato, C. (1997). Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. Revista de Psicodidáctica, Número 4.  
<http://www.vc.ehu.es/deppe/contenidos/N4A3.html#laburpena>
- Lajfitte, R. M. (2002). El Diálogo como medio de colaboración y de aprendizaje individual y colectivo. Hemeroteca Digital Educativa y Medios KIKIRIKI.<http://www.quadernsdigitals.net/articuloquaderns.asp?IdArticle=3768>
- León, J. (1990). Algunas consideraciones sobre la enseñanza problémica aplicada a las asignaturas técnicas en el nivel superior. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. X, No.1. pp.79-85.
- López, R. (1988). Vías para el desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes. Ciencias de la Educación. Número especial. pp. 29-39.
- Lucero, I. et al (2000). Trabajo de Laboratorio de Física en ambiente real y virtual. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina
- Lynch, P.P. (1987). Laboratory work in schools and universities; Structures and Strategies still largely unexplored. Australian Science Teachers Journal, 32, pp. 31-39.
- Majmutov, M. I. (1983). La Enseñanza Problémica. Editorial Pueblo y Educación, 394 p. La Habana.
- Martínez, A. y Hernández, L. (1987). El proceso de motivación en las clases de la Educación Superior. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. VII, No.1, pp. 49-54.
- Martínez, J. A. (2000). Un problema planteado como actividad de investigación: estudio de los posibles trayectorias para el lanzamiento efectivo de

un tiro libre de baloncesto. Enseñanza de las Ciencias. Marzo, Vol.18, 1. pp.131-136.

- Meléndez, I. (1996). La geología en las Ciencias de la naturaleza: un punto de apoyo para una visión científica de conjunto. Revista Enseñanza de la Tierra.(3,3), pp.169-175. Editorial Rueda S.L. España.
- Mena, J. L. (2001). La formación de habilidades investigativas en los estudiantes de la carrera de Agronomía. Tesis de maestría. Universidad de Pinar del Río.
- Mestre, U. (1996). Modelo de organización de la Disciplina Física General para el desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de Ciencias Técnicas. Tesis de Doctorado. Universidad de Oriente.
- Mestre, U., Fuentes, H. y Pérez, L. (1995). La formación profesional en la dinámica del PDE de la enseñanza superior. EPES-UH. Revista Cubana de Educación Superior, No.2, pp.20-28.
- Miguens, M. y Garret, R. M. (1991). Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. Enseñanza de las Ciencias. noviembre, Vol.9, No.3. pp.229-236.
- MINED. (1984). Pedagogía. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Montero, M. (1993). Permanencia y cambio de paradigmas en la construcción del conocimiento científico. Revista Planuic, Años 11 y 12, Nos. 18-19, pp. 61-74.
- Moreira, M.A. (1980). A non traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics course. European Journal in Science Education, ol. 2 (4), pp. 441-448.
- Moreira, M. y Levandosky, C.A. (1983). Diferentes abordagens ao ensino de laboratorio. (Extractado y Traducido del Portugués. UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- Moreira, M. (1992). Aprendizaje significativo, conocimiento científico y cambio conceptual. V Reunión Latinoamericana sobre Educación en Física.
- Ovejero, A. (2002). Aprendizaje Cooperativo: Un eficaz instrumento de trabajo en las escuelas multiculturales y multiétnicas del siglo XXI.

<http://www.uniovi.es/~Psi/REIPS/v1n1/art7.html>

- Padilla, M.J. y Okey, J.R. (1984). The effects of instruction on integrated science process skill achievement. Journal of Research in Science Teaching. Vol.21.No.3, pp. 227-287.
- Pérez, P. (1986). La activación de la actividad cognoscitiva de los estudiantes durante el curso de Física General en los ISP (1parte). Revista Varona. Año VII, No. 17, pp.47-54.
- Pérez, L. de la C. (1993). La Formación de habilidades lógicas a través del Proceso Docente Educativo de la Física General en curso Ciencias Técnicas. Tesis de opción del grado de doctor en ciencias pedagógicas. Santiago de Cuba.
- Pérez, Silvio. (2002). La verdad acerca del aprendizaje cooperativo.  
<http://www.carabobo>
- Pessoa, A.M. y Castro, R.S. (1992). La Historia de la Ciencia como herramienta para la enseñanza de la Física secundaria: Un ejemplo en calor y temperatura. Revista Enseñanza de las Ciencias, 10 (3), pp.289-294.
- Pino, M.E. (1984). La combinación de los Métodos Informativo-Reproductivo y problémicos: una necesidad de la Educación Superior. Revista Cubana de Educación Superior, 4, (1), 22-33.
- Pintó, R., Aliberas, J. y Gómez, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. Enseñanza de las Ciencias, 14 (2), 221-232.
- Portuondo, R., (1990). Procesamiento de Datos Experimentales. La Habana.
- Ruíz, J.M. (1994). Los métodos de enseñanza en la Educación Superior. Revista Cubana de Educación Superior. Vol.14, No.2. pp. 121-129.
- Salinas, J., Colombo, L. y Jaen, M. (1995). Las concepciones epistemológicas de los docentes en la enseñanza de las ciencias fácticas. Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol.17, No.1, pp. 55-61.
- Salvat, Enciclopedia de las Ciencias. (1970). Ediciones-Pamplona. Tomo 10. Geología.
- Santelices, L., Astroza, V. y De la Fuente, R. (1992). El trabajo de laboratorio con guías estructuradas y su relación con el aprendizaje de las ciencias naturales. Enseñanza de las Ciencias, 10 (3), 340-341. España.
- Sebastia, J. M. (1987). ¿Qué se pretende en los laboratorios de física universitaria?. Enseñanza de las Ciencias, 5 (3), 196-204. España.

- Sequeiros, L. (1994). La formación del profesorado de Geología: nuevos saberes y nuevas tareas. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (2.2 y 2.3), 318-325. Editorial Rueda S.L. España.
- Sobre el Trabajo Metodológico: Indicaciones Preliminares. Dirección Docente Metodológica del Ministerio de Educación Superior. Impresora Universitaria "Andre Voisin"
- Solbes, J., Calvo, A. y Pomer, F. (1994). El futuro de la enseñanza de la Física. Revista Española de Física, 8 (4), 45-49.
- Straetger, F. (2001). Aprendizaje Cooperativo.  
[http://www.pasoapaso.com.ve/GEMAS/gemas\\_18.htm](http://www.pasoapaso.com.ve/GEMAS/gemas_18.htm)
- Talízina, N. (1984). "Conferencia sobre fundamentos psicológicos del proceso docente". Universidad de la Habana. Folleto.
- Tamir, P. y García, M. P. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libro de texto de Ciencias utilizados en Cataluña. Enseñanza de las Ciencias, marzo, Vol.10, No.1.pp.3-12
- Toh, K. A., Woolnough, B. E. (1993). Middle School Students Achievement in Laboratory Investigations: Explicit Versus tacit Knowledge. Journal of Research in Science Teaching. Vol.30, No.5, pp. 445-457
- Torres, M. y Álvarez, C. M. (1993). El perfeccionamiento de la Educación Superior Cubana. Sus tendencias actuales. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. 13, No. 2, pp. 111-115.
- Varela, M.P. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación. Enseñanza de las Ciencias, 15 (2).
- Vecino, F. (1983). Tendencias en el desarrollo de la Educación Superior en Cuba; significación del trabajo didáctico. Tesis de doctorado. Academia de Ciencias.
- \_\_\_\_\_ (1997). La Educación Superior: Historia, Actualidad y perspectiva. Revista Cubana de la Educación Superior, Vol. XVII, pp. 11-29.
- Vygotski, L. (1993). Pensamiento y Lenguaje, en Obras Escogidas II, Visor-MEC, Madrid.
- Villalobos, E.M., et al. (1998). Reflexiones sobre constructivismo. México: Colección Pedagógica 2. Universidad Panamericana. Facultad de Pedagogía.

- Vizoso, T. y Rodríguez, R. (2000). Investigando la densidad. Memorias del I Encuentro Provincial de profesores de Física, "Profisic'00". Universidad de Pinar del Río.
- Williams, B. A. (2002). Physics 2002-080 Honors Introductory Physics II <http://www.physics.udel.edu/~baw/phys2002.html#links>
- Woolnough, B. y Toh, K.A. (1999). Alternative approaches to assessment of practical work in science. School Science Review, 71 (256), pp.127-131.
- Zarragoitia, G. (1975). El Experimento en la clase. Revista Educación, Año II, No.17, pp.73-87.
- Zharkov, V.N. (1985). Estructura interior de la Tierra y de los Planetas. Moscú: Editorial MIR (Traducción al Español).